

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SERVICIOS SUSTENTABLES PARA
LOS TALLERES DE CARROCERÍA EN MÉXICO**

TESIS

**QUE PRESENTA PARA OBTENER EL GRADO
DE DOCTOR EN CIENCIAS**

ANDREA GUADALUPE ZAVALA REYNA

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. LUIS EDUARDO VELÁZQUEZ CONTRERAS**

MEXICALI, B. C.

ENERO 2012

Resumen

Esta tesis doctoral comprueba que es necesario reorientar las actividades realizadas en los talleres de carrocería dado a que su actual producción es insustentable.

Con el fin de promover la sustentabilidad en esta clase de PYME, el documento muestra paso por paso la implementación de un Programa de Servicios Sustentables (PSS); el cual fue exitosamente llevado a cabo en tres carrocerías pequeñas en la ciudad de Hermosillo, Sonora México.

El valor de esta tesis radica que se logro un esquema conceptual de sustentabilidad para ser aplicado específicamente en PYMES donde usualmente adolecen de una estructura financiera y administrativa adecuada para implementar este tipo de programas resultando en operaciones riesgosas para los trabajadores y el ambiente.

Abstract

This doctoral dissertation proves that it is necessary to re-orient the task in the auto body shops because its current production of services is unsustainable.

In order to promote sustainability in this kind of PYME, the document show step-by-step the implementation of a sustainable service program (SSP) that was successfully implemented in three small auto-body shops in the city of Hermosillo, Sonora, Mexico.

The worthy lesson gain from this thesis is a tailored sustainability framework to be applied to PYMES where administrative and financial structure usually does not allow this kind of program resulting in hazardous operation for workers and environment.

Dedicatoria especial

Quiero hacer una dedicatoria única y especial a Carmen Reyna Vingochea, mi madre, quien además de regalarme el don de la vida, me regaló una gran lección de vida. A ella, quien a enfrentado una difícil prueba de salud que le puso Dios, con un gran temple y coraje; a ella, quien ha demostrado ser una luchadora incansable y quien me ha servido de fuente de inspiración en los momentos más difíciles de mi doctorado. A ella, quien siempre tiene una sonrisa para cada una de las personas que la visitan o preguntan por su salud.

¡GRACIAS, CARMELA!

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo otorgado para realizar mis estudios de doctorado.

Mi más profundo cariño y agradecimiento a mi director de tesis, Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras por su paciencia, orientación, amistad y confianza al dirigirme durante todo el proceso de formación en la licenciatura, especialidad, maestría y ahora del doctorado, lo cual demuestra que siempre tuvo confianza en mí, ¡Gracias Pichy!

Mi más profunda admiración, agradecimiento y cariño para mi cuñado, hermano, compadre, colega e inspirador académico Julio Luna. ¡Te adoro, cuñado!

También quiero agradecer a los profesores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, quienes durante los cuatro años que duró mi formación doctoral me guiaron y apoyaron. En especial, a los doctores Israel Saucedo Meza, Álvaro González Ángeles y Jesús Márquez González quienes confiaron en mí para aceptarme y otorgarme una beca para el doctorado. ¡Gracias, a todos ellos!

Al Dr. Carlos Arturo Velázquez Contreras, Lucila Rascón, Judith Valdez, Rogelio Ramos, académicos del Departamento de Químico Biólogo de la Universidad de Sonora, quienes me asesoraron, apoyaron y ayudaron incondicionalmente en el desarrollo de esta tesis.

Ariel, Ariel jr y Andrés, los tres hombres más importantes en mi vida y quienes día a día hacen que mi tránsito por este mundo sea más bello. ¡Los amo!. Si Axe, a ti también.

A mi papá, Don Palemón Zavala, quien se nos adelantó, dejando una huella imborrable en toda su familia y en quienes tuvieron la dicha de conocerlo. A mis hermanos (Marce, Román, Tiano, Tony), hermanas (Kity, Maya, Patito), cuñadas (Raquel, Lorena, Ana Cé), cuñados (Ricardo, Julio), sobrinos y sobrinas (Guly, Ada, Kitita, Ricardo, Dulce, Romy, Ale, Miguel, René, Marcelito, Rodolfito, Marcelita, Ely, René, Karina, Daniela, Carlos, Cecy

y Lolita), sobrinos-nietos (José Manuel, Julia, Gio, Ian Carlo, Vielka, Gaby y, Ricardin) en fin a toda mi maravillosa familia por apoyarme siempre, sobre todo en los difíciles momentos que hemos pasado.

A mi suegra, quien siempre tiene una sonrisa y porras para su nuera y además agradecerle por haberle dado la vida a ese ser tan maravilloso, su hijo.

A mi gran amiga, Mirna Medina, quien siempre me auxilio con mi hijo Andrés. ¡Mil gracias, Mirna!

A Malena Valenzuela García, por su gran ayuda y cariño para con mi madre.

A la Universidad de Sonora, mi segunda casa y en especial a la División de Ingeniería donde laboran los mejores compañeros y amigos Amina, Panchita, Javier, Lupita Dórame, Fernando, Dr. Dagoberto Burgos, Dr. Leobardo García, Oliver, Mirna Aguayo, Mireya, Juanita, Silvita, Guille, Eli, Malena, Abelardo, Nelson, Maribel, Normita, Gemma, Macoy, Blanquita, Nancy, Lupita, Israel a todos ellos mil gracias por su apoyo, sus porras y los momentos de diversión que pasamos. ¡Los quiero mucho!

Pero sobre todo, quiero ofrecer un agradecimiento muy especial a los señores Mario García, Evaristo Silva y Jorge Encinas, propietarios de los talleres participantes en este estudio por su entusiasmo, colaboración, participación, interés y tiempo al permitirme implementar y operar el programa de servicios sustentables en sus negocios, sin otro objetivo que el de colaborar con una servidora en la búsqueda de la prevención, reducción y eliminación de los condiciones de riesgo a la salud y al ambiente a los que se exponen diariamente.

Índice

Índice de figuras	IX
Índice de tablas	XI
Glosario de términos	XIV
Resumen	II
Abstract	III
Hipótesis	XVII
Objetivo	XVIII
Metas	XVIII
Justificación	XIX
Introducción	XXII
Alcance	XXIV
 Capítulo 1. Estado del Arte	 1
1.1 Riesgos ambientales y ocupacionales	1
1.2. Riesgos ocupacionales y ambientales en los talleres de carrocería	2
1.3. Legislación ambiental y ocupacional en México	10
1.4. Producción más limpia y prevención de la contaminación	16
1.5. Programas de producción más limpia en los talleres de carrocería	17
1.6 Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) y la sustentabilidad	26
 Capítulo 2. Metodología	 29
2.1 Desarrollo del problema	29
2.2 Planteamiento del problema	30
2.3 Enfoque metodológico	30
2.4 Estado del arte	31
2.5 Selección de la información	33
2.6 Selección de los sujetos de estudio	33
2.7 Instrumentos	34
2.7.1 Caso de estudio	34
2.7.2 Técnica correlacional	38
2.8 Análisis e interpretación de los resultados	39
 Capítulo 3. Sistema de Servicios Sustentables	 40
3.1 Oportunidades de producción más limpia	40
3.2 Revisión de la legislación ambiental y ocupacional aplicable a los talleres de carrocería en México	47
3.3 Sistema de Servicios Sustentables (SSS) para los talleres de carrocería	51
3.4. Programa de Servicios Sustentables para los Talleres de Carrocería (PSSTC)	53
3.4.1 Etapa 1: Consentimiento de los dueños	54
3.4.2 Etapa 2: Planificación	55
3.4.3 Etapa 3: Implementación y monitoreo	60
3.4.4 Etapa 4: Evaluación	61
3.4.5 Etapa 5: Adaptaciones y Mejoras	61

Capítulo 4. Análisis y Resultados	62
4.1 Talleres de carrocería participantes en el estudio	62
4.1.1. Taller de carrocería 1	62
4.1.2. Taller de carrocería 2	62
4.1.3. Taller de carrocería 3	62
4.2 Resultados de la implementación y operación del Programa de Servicios Sustentables en los talleres participantes	63
4.2.1 Resultados de la Etapa 1: Consentimiento del dueño	63
4.2.2 Resultados de la Etapa 2: Planificación	64
4.2.2.1 Formación del equipo de trabajo	64
4.2.2.2 Diagnóstico	66
4.2.2.3 Establecimiento de objetivos y metas	101
4.2.2.4 Opciones de sustentabilidad	102
4.2.2.5 Plan de servicio sustentable	129
4.2.3 Resultados de la Etapa 3: Implementación y monitoreo	131
4.2.4 Resultados de la Etapa 4: Evaluación	143
4.2.5 Resultados de la Etapa 5: Adaptaciones y mejoras	149
4.3 Resultados de los estudios toxicológicos	149
 Discusión y conclusiones	153
Discusión	153
Conclusiones	157
Trabajos futuros	158
 Referencias	160
 Anexos	169
Anexo 1 Encuesta sobre Leyes y Reglamentos Ámbito Ambiental	170
Anexo 2 Encuesta sobre Leyes y Reglamentos Ámbito Ocupacional	171
Anexo 3 Escala de conducta Ecológica General de Kaiser	172
Anexo 4 Reactivos del Paradigma de la interdependencia humana	172
Anexo 5 Método OWAS	173
Anexo 6 Cuestionario para vecinos de las carrocerías	176
Anexo 7 Cuestionario para proveedores	178
Anexo 8 Historia de salud	181
 Productos y actividades de divulgación	185

Índice de Figuras

Figura 1.1	Estructura molecular del isocianato	3
Figura 1.2	Estructura molecular del isocianato de tolueno (TDI)	3
Figura 1.3	Estructura molecular del isocianato de difenilmetano (MDI)	4
Figura 1.4	Estructura molecular del isocianato de hexametileno (HDI)	4
Figura 3.1	Sistema de Servicios Sustentables para el sector de los talleres de carrocería	51
Figura 3.2	Esquema del Programa de Servicios Sustentables para los talleres de carrocería (PSSTC)	54
Figura 4.1	Equipo de trabajo	65
Figura 4.2	Almacén de materiales	67
Figura 4.3	Estado de los contenedores de los materiales	68
Figura 4.4	Diagrama de bloques del proceso de carroceado	68
Figura 4.5	Diagrama de bloques del proceso de pintado	69
Figura 4.6	Diagrama de flujo del proceso completo	70
Figura 4.7	Diagrama de operaciones del proceso de mecánica y carroceado	72
Figura 4.8	Diagrama de operaciones del proceso de pintado	72
Figura 4.9	Área de mezclado	94
Figura 4.10	Máscara de medio rostro	95
Figura 4.11	Operación de soldado con EPP en malas condiciones y con un cartón como protección de la alfombra del automóvil	96
Figura 4.12	Diagrama causa-efecto de la exposición a ruido	102
Figura 4.13	Diagrama causa-efecto para los riesgos ergonómicos	103
Figura 4.14	Diagrama causa-efecto del riesgo a temperaturas extremas	104
Figura 4.15	Diagrama causa-efecto del riesgo a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras	105
Figura 4.16	Diagrama causa-efecto de exposición a riesgo químico	106
Figura 4.17	Diagrama causa-efecto del riesgo de contaminación del aire	107
Figura 4.18	Diagrama causa-efecto del riesgo de contaminación del agua	108
Figura 4.19	Diagrama causa-efecto de riesgo de contaminación del suelo	109
Figura 4.20	Diagrama causa-efecto de exposición a riesgo químico	110
Figura 4.21	Diagrama causa-efecto del riesgo de contaminación del aire	112
Figura 4.22	Diagrama causa-efecto del riesgo de contaminación del agua	112
Figura 4.23	Diagrama causa-efecto del riesgo por contaminación del suelo	113
Figura 4.24	Diagrama causa-efecto del riesgo ergonómico	114
Figura 4.25	Diagrama causa-efecto del riesgo exposición a ruido	114
Figura 4.26	Distribución de área de trabajo de uno de los establecimientos	120
Figura 4.27	Diagrama actual de la operación de aplicación de pintura	121
Figura 4.28	Diagrama propuesto para la operación de aplicación de pintura	121
Figura 4.29	Bandeja para recolectar desechos de agua	122
Figura 4.30	Pistolas para pintar con tecnología H.L.V.P.	123
Figura 4.31	Resultados de la implementación de la alternativa plan de capacitación	144
Figura 4.32	Resultados de la implementación de la alternativa hojas de seguridad	144
Figura 4.33	Resultados de la implementación de la herramienta 5'S en el taller 1	145
Figura 4.34	Resultados de la implementación de la herramienta 5'S en el taller 2	145
Figura 4.35	Resultados de la implementación de la herramienta 5'S en el taller 3	146

Figura 4.36	Resultados de la implementación de separación de los residuos peligrosos	146
Figura 4.37	Resultados de la implementación de separación de los residuos no peligrosos	147
Figura 4.38	Resultados de la implementación de la alternativa tecnologías más limpias	147
Figura 4.39	Resultados de la implementación de la alternativa de cambio en la operación de pintado	148
Figura 4.40	Resultados de la implementación de la alternativa de contratación de empresa especializada en manejo residuos	148
Figura 4.41	Resultados de la implementación de la alternativa de modificación de posturas	149
Figura 4.42	Resultados de los análisis de sangre de los sujetos expuestos	151
Figura 4.43	Resultados de los análisis de sangre de los sujetos no expuestos	152

Índice de Tablas

Tabla 1.1	Principales causas del asma ocupacional	6
Tabla 1.2	Leyes, Reglamentos y Normas aplicables en el ámbito ambiental	12
Tabla 1.3	Leyes, Reglamentos y Normas aplicables en el ámbito ocupacional	15
Tabla 1.4	Programa de producción más limpia en talleres de carrocería	21
Tabla 1.5	“Small Automotive Refinishing Project in Philadelphia”	22
Tabla 1.6	“Body Shops Pollution Prevention, Dakota”	22
Tabla 1.7	“Pollution Prevention for Auto Body and Paint Shops en California”	23
Tabla 1.8	“ Compliance Assistance workbook for the auto body self-certification Program Delaware”	23
Tabla 1.9	“Autobody certification program de Rhode Island”	24
Tabla 1.10	Resultados del programa de “Safe Shop Project” en la ciudad de Boston	25
Tabla 1.11	Perfil de contaminación y cumplimiento ambiental de las distintas ramas participantes en el Programa de Auditoría Ambiental (PAA)	28
Tabla 3.1	Nivel de conocimiento de la existencia de Leyes, Reglamentos y Normas aplicables en el ámbito ambiental	47
Tabla 3.2	Nivel de conocimiento de la existencia de Leyes, Reglamentos y Normas aplicables al ámbito ocupacional	48
Tabla 3.3	Teorías que avalan el desarrollo del programa	53
Tabla 4.1	Principales características de los talleres participantes en el estudio	63
Tabla 4.2	Resultados de la Escala de Conducta Ecológica General de Kaiser	65
Tabla 4.3	Resultados de los reactivos del paradigma de la interdependencia humana	66
Tabla 4.4	Resumen de los riesgos ocupacionales identificados en el proceso	74
Tabla 4.5	Riesgos ocupacionales identificados en el área de mecánica y carroceado	75
Tabla 4.6	Riesgos ocupacionales identificados en el área de pintado	76
Tabla 4.7	Operaciones donde se presenta el riesgo de exposición a ruido	77
Tabla 4.8	Riesgos ergonómicos durante el proceso	77
Tabla 4.9	Operaciones con presencia de otros riesgos	77
Tabla 4.10	Operaciones con riesgos químicos	78
Tabla 4.11	Riesgos ambientales identificados en la estación “trabajo mecánico y carroceado”	79
Tabla 4.12	Riesgos ambientales identificados en la estación “pintura”	80
Tabla 4.13	Resumen de los riesgos ambientales identificados en el proceso	80
Tabla 4.14	Operaciones que generan contaminación del recurso agua	81
Tabla 4.15	Operaciones que generan contaminación del recurso aire	81
Tabla 4.16	Operaciones que generan contaminación del recurso suelo	82
Tabla 4.17	Número de mediciones	83
Tabla 4.18	Valores de NS _A	84
Tabla 4.19	Nivel de exposición de ruido registrado en el establecimiento	85
Tabla 4.20	Códigos de postura y riesgos para la estación de trabajo mecánico y carroceado	85
Tabla 4.21	Postura con mayor riesgo	86
Tabla 4.22	Códigos de postura para la estación de trabajo de pintura	86
Tabla 4.23	Postura con mayor riesgo en la estación de pintura	86
Tabla 4.24	Temperaturas registradas durante el mes de julio	87
Tabla 4.25	Temperaturas registradas durante el mes de agosto	87

Tabla 4.26	Relación de accidentes ocurridos en el taller durante el período de observación	88
Tabla 4.27	Incidente ocurrido en el taller durante período de observación	88
Tabla 4.28	Daños potenciales a la salud por el uso del thinner	89
Tabla 4.29	Daños potenciales a la salud por el uso de pintura automotriz	89
Tabla 4.30	Daños potenciales a la salud por el uso de transparente	90
Tabla 4.31	Daños potenciales a la salud por el uso del primer (fondo universal)	90
Tabla 4.32	Daños potenciales a la salud por el uso del reductor	90
Tabla 4.33	Daños potenciales a la salud por el uso del catalizador	91
Tabla 4.34	Daños potenciales a la salud por el uso del bondo	91
Tabla 4.35	Resumen de la evaluación de los riesgos ocupacionales identificados	91
Tabla 4.36	Requerimientos de materia prima en un mes para 21 carros	92
Tabla 4.37	Resumen de las cantidades de materiales utilizados en un mes	92
Tabla 4.38	Residuos sólidos generados en un mes	93
Tabla 4.39	Fórmula para cálculo de emisiones de VOC en una carrocería	93
Tabla 4.40	Cálculo de emisiones de VOC emitidas por el taller en un mes	94
Tabla 4.41	Información general emitida por los vecinos	96
Tabla 4.42	Inconformidades externadas por los vecinos	97
Tabla 4.43	Datos generales de los proveedores del taller	97
Tabla 4.44	Información sobre regulaciones	98
Tabla 4.45	Elementos a evaluar contra tipo de riesgo ocupacional de la estación de trabajo “mecánica y carroceado”	99
Tabla 4.46	Elementos a evaluar contra riesgos ocupacionales de la estación de pintura	100
Tabla 4.47	Elementos a evaluar contra riesgo ambiental de la estación de trabajo “mecánica y carroceado”	100
Tabla 4.48	Elementos a evaluar contra riesgo ambiental de la estación de pintura	100
Tabla 4.49	Relación de materiales peligrosos con su número de identificación	118
Tabla 4.50	Resumen de alternativas	128
Tabla 4.51	Alternativas seleccionadas	132
Tabla 4.52	Plan para la implementación de las alternativas seleccionadas	132
Tabla 4.53	Gráfico de Gantt para la implementación del plan de capacitación	133
Tabla 4.54	Gráfico de Gantt para la implementación de hojas de seguridad	133
Tabla 4.55	Cronograma de actividades de la implementación de la 5'S	133
Tabla 4.56	Actividades de separación de residuos peligrosos	134
Tabla 4.57	Cronograma de alternativa de separación de los residuos no peligrosos	134
Tabla 4.58	Diagrama de Gantt para la implementación de pistolas H.L.V.P.	134
Tabla 4.59	Cronograma de implementación de la modificación de la operación de pintado	135
Tabla 4.60	Actividades para la contratación de empresa especializada para el manejo de residuos peligrosos	135
Tabla 4.61	Actividades para modificar posturas	135
Tabla 4.62	Resultados de los cursos de capacitación en el taller1	136
Tabla 4.63	Resultados de los cursos de capacitación en el taller 2	136
Tabla 4.64	Resultados de los cursos de capacitación en el taller 3	136
Tabla 4.65	Hojas de seguridad colocadas en el taller 1	137
Tabla 4.66	Hojas de seguridad colocadas en el taller 2	137

Tabla 4.67	Hojas de seguridad colocadas en el taller 3	137
Tabla 4.68	Resultados de la implementación de las 5'S en el taller 1	137
Tabla 4.69	Resultados de la implementación de las 5'S en el taller 2	138
Tabla 4.70	Resultados de la implementación de las 5'S en el taller 3	138
Tabla 4.71	Cantidad de residuos sólidos peligrosos generados en el taller 1	138
Tabla 4.72	Cantidad de residuos sólidos peligrosos generados en el taller 2	138
Tabla 4.73	Cantidad de residuos sólidos peligrosos generados en el taller 3	139
Tabla 4.74	Cantidad de residuos no peligrosos generados en el taller 1	139
Tabla 4.75	Cantidad de residuos no peligrosos generados en el taller 2	139
Tabla 4.76	Cantidad de residuos no peligrosos generados en el taller 3	139
Tabla 4.77	Cantidades de pintura y reductor con el método actual y con el método propuesto	140
Tabla 4.78	Cantidades de pintura y reductor con el método propuesto durante el mes de febrero	140
Tabla 4.79	Cantidades de pintura y reductor con el método actual durante el mes de febrero	141
Tabla 4.80	Cantidades de pintura y reductor utilizada en el mes de marzo con el método propuesto	141
Tabla 4.81	Cantidades de pintura y reductor utilizada en el mes de marzo con el método actual	141
Tabla 4.82	Cantidades de pintura y reductor utilizados en el mes de abril con el método propuesto	142
Tabla 4.83	Cantidades de pintura y reductor utilizadas en el mes de abril con el método actual	142
Tabla 4.84	Código OWAS para la postura propuesta en el área de mecánica	143
Tabla 4.85	Código OWAS para la postura propuesta en el área de pintado	143
Tabla 4.86	Información general de los trabajadores que participaron en el estudio de sangre	150
Tabla 4.87	Historial médico de los sujetos expuestos	150
Tabla 4.88	Síntomas actuales de los trabajadores muestreados	151

Glosario de Términos

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Asma ocupacional. Es un trastorno pulmonar en el cual sustancias que se encuentran en el lugar de trabajo provocan que las vías respiratorias de los pulmones se inflamen y se estrechen, llevando a que se presenten ataques de sibilancias, dificultad respiratoria, sensación de opresión en el pecho y tos.

Carrocería. Lugar donde se reparan los daños o desperfectos que pueden presentar los elementos que componen la carrocería de un automóvil, así como de sus accesorios

Carrocero. Término coloquial para nombrar el puesto relacionado con componer los desperfectos en la lámina de la carrocería de un automóvil.

Circulo de Deming. Estrategia de mejora continua en cuatro pasos (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). También se denomina espiral de mejora continua. Es muy utilizado por los Sistemas de Gestión de Calidad.

Contaminación. La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Desarrollo Sustentable. Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades".

HDI. Isocianato de hexametileno

Holística. Se refiere a la idea de que todas las propiedades de un sistema dado, (por ejemplo, biológico, químico, social, económico, mental o lingüístico) no pueden ser determinados o explicados por las partes que los componen por sí solas. El sistema como un todo determina cómo se comportan las partes.

Isocianatos. Son compuestos químicos que son productos de partida en diversos procesos químicos, entre otros en la obtención de los poliuretanos. Por su poderoso poder de adhesión son muy utilizados en lacas y pinturas automotrices.

MDI. Isocianato de difetilmetano

Micro generadores: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Micro, pequeñas y medianas empresas (Mipyme). Empresa con características distintivas y tiene tres dimensiones con ciertos límites ocupacionales y financieras prefijados por cada estado o región. El término es MiPyME, es una expansión del término original Pyme (Pequeña y Mediana empresa), en donde se incluye la microempresa.

Prevención de la Contaminación. se define como cualquier acción que prevenga arrojar materiales peligrosos o dañar al medio ambiente.

Producción más Limpia. Es una frase que describe una estrategia ambiental preventiva para la producción industrial que reduce los riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

Producción Sustentable. Se refiere a la creación de bienes y servicios usando procesos y sistemas que integren la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores y beneficios a la comunidad a la vez que impulsan el crecimiento económico.

Programa de Servicios Sustentables (PSS). Programa conformado por cinco etapas, dentro de un ciclo de mejoramiento continuo y cuyo objetivo es prevenir, reducir o eliminar –o ambos– los riesgos ocupacionales y ambientales identificados.

Residuo peligroso. Todo aquel residuo, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, represente un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;

Residuo. Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

Riesgo Ambiental. Posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente natural o social por causa de un fenómeno natural o una acción humana.

Riesgo Ocupacional. A la condición que incrementa la probabilidad que tiene un trabajador de sufrir accidentes, enfermedades y deterioro en la salud en su área de trabajo.

Servicios Sustentables. El término se refiere a la creación de bienes y servicio usando procesos y sistemas que integren la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los

trabajadores y beneficios a la comunidad, a la vez que impulsan el crecimiento económico de una organización.

Sibilancia. Corresponde a un sonido silbante y chillón durante la respiración que ocurre cuando el aire fluye a través de las vías respiratorias estrechas

Sustentabilidad. Se refiere a los mecanismos, enfoques y herramientas para encaminar a la sociedad a un estado de prosperidad.

Sustentable. Se refiere a algo que se puede sostener por largo tiempo.

TDI. Isocianato de Tolueno (Isocianato de Tolueno)

VOC. Los compuestos orgánicos son sustancias químicas que contienen carbono y se encuentran en todos los elementos vivos. Los compuestos orgánicos volátiles, a veces llamados VOC (por sus siglas en inglés), o COV (por sus siglas en español), se convierten fácilmente en vapores o gases. Junto con el carbono, contienen elementos como hidrógeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno.

Hipótesis

La aplicación, operación, supervisión y seguimiento de un programa de servicios sustentables en las carrocerías de la ciudad de Hermosillo, Sonora, encaminará a ese sector hacia un ambiente de trabajo saludable y seguro para el personal y sus clientes, en el marco de un sistema de servicios más sustentable sin detrimento de su estabilidad económica, la cual irá mejorando al ofrecer un servicio más limpio.

¿Es viable poner en operación un sistema que promueva el crecimiento económico del taller carrocerero y que a la vez integre la salud y seguridad de los trabajadores, manteniendo la calidad ambiental del sitio de trabajo y, en conjunto, el del espacio de influencia que rodea a los talleres de carrocería de la ciudad de Hermosillo, Sonora?

¿Existe correlación entre los síntomas de enfermedades manifestados por los carroceros de la ciudad de Hermosillo, Sonora y la exposición a los compuestos químicos denominados isocianatos?

Objetivo

Diseñar un modelo de Sistema de Servicios Sustentable (SSS) que garantice una estabilidad económica a la vez que integre la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores de los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

Metas

Actualizar y mejorar el análisis literario relacionado con los riesgos a la salud y al medio ambiente generado por las actividades de una carrocería, legislación en cuestión ambiental y ocupacional que rige su establecimiento y operación y programas de producción más limpia.

Evaluar los niveles séricos de inmunoglobulina E y G (IgE, IgG) específica anti-isocianatos (MDI, HDI, TDI) en los carroceros de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

Diseñar e implementar un modelo de programa de servicios sustentables (PSS) adaptado a las características de las carrocerías localizadas en Hermosillo, Sonora, México.

Justificación

La práctica de la carrocería automotriz es una industria que ha sido ampliamente estudiada en países desarrollados, sobre todo en lo concerniente con sus rutinas operativas y con los riesgos que generan de tipo ocupacional y ambiental [1]. Los procedimientos, usos y costumbres de esta industria se han caracterizado básicamente por utilizar químicos peligrosos, los cuales pueden tener un efecto adverso en la salud de los trabajadores y en la calidad del medio ambiente. Entre los químicos más utilizados y que más llaman la atención en las investigaciones científicas se encuentran los que contienen isocianatos, ya que estos compuestos se consideran como una de las principales causas del asma ocupacional [2]. Las exposiciones a sustancias químicas en las operaciones de una carrocería no solamente afectan la salud de los trabajadores, pueden también afectar la salud de sus familiares y personas cercanas, deteriorando el ambiente de los alrededores. Las emisiones fugitivas de solventes, pintura, polvo y los residuos sólidos peligrosos pueden representar un riesgo considerable [3].

Como resultado de la investigación científica, la industria carrocera en países del primer mundo se vigila y regula de forma muy rigurosa, derivándose de ello la adopción y desarrollo de tecnologías más limpias como por ejemplo: utilización de cabinas de pintado, aplicación de pinturas menos tóxicas, diseño y construcción de sistemas de recuperación de solventes, optimización del reciclaje y de la administración de residuos peligrosos hasta su eliminación final, entre otras medidas sustentables.

Pese a la presencia de esta industria en México, las particularidades de su crecimiento y desarrollo, así como sus consecuencias ambientales y de salud en quienes de ella hacen su forma de vida y desarrollo personal, eran totalmente desconocidas hasta hace muy poco tiempo. La oportunidad de diseñar y aplicar procesos de producción más limpios y anticontaminantes en las carrocerías mexicanas —llamados en esta tesis *servicios sustentables*—, quedó de manifiesto en la fase precedente a este estudio, donde los resultados mostraron que el sistema formado por los pequeños talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, dista mucho de ser sustentable. Esto es consecuencia del poco, y en muchos casos nulo desarrollo de las capacidades para reconocer que durante sus actividades se generan

condiciones de riesgo hacia la salud humana y el medio ambiente en el que se sustenta y desarrolla la vida. El estudio inicial también identificó áreas de oportunidades para crear e impulsar técnicas de producción más limpias y paliativas de la contaminación.

De ahí se deriva la teoría que da origen a la segunda fase investigativa, fundamento de la presente tesis de doctorado: con el fin de prevenir, eliminar o reducir los riesgos ambientales y ocupacionales actuales en las carrocerías de Hermosillo, es necesario que el sistema en el que ellas operan se reoriente asumiendo principios de sustentabilidad. Es decir, modificar las prácticas vigentes que realiza el carrocerero, de manera que se rija por un sistema estándar de servicios sustentables, instituyéndose en su centro de trabajo procesos y operaciones que integren la conservación del medio ambiente, salud y seguridad personal, ofreciéndole al público un servicio sustentable de reparación estructural, funcional y estética de su automóvil; mejorándose, al parejo con los beneficios prestados a la comunidad, el desarrollo profesional y económico de la empresa, lo que le merecerá también un invaluable reconocimiento social.

Con base en estos antecedentes, la segunda fase de la investigación tiene como objetivo: diseñar un modelo de Sistema de Servicios Sustentables que promueva un crecimiento económico, a la vez que integre la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores de los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

Indudablemente, el éxito del modelo dependerá en gran medida del compromiso y participación del gobierno, de los proveedores, de las cámaras de comercio, de las instituciones de educación y centros de investigación y de la sociedad en general; sin embargo, la transición hacia un sistema de servicios sustentable dependerá en gran medida de lo que se haga o se deje de hacer en los talleres de carrocerías; por lo tanto, el punto focal en esta fase de la investigación se centrará en los propietarios y empleados de las carrocerías, a través del diseño y puesta en práctica de un programa de servicios sustentables basado en principios de producción más limpia, pero adaptado a las oportunidades encontradas y a las condiciones

operativas de los talleres hermosillenses. El programa propuesto se basa en el ciclo de mejoramiento continuo: planeación, aplicación, desarrollo, evaluación y corrección.

Siguiendo una recomendación estructurada durante la fase inicial de esta investigación, también se llevaron a cabo estudios toxicológicos con el fin de probar la relación síntoma-exposición entre los trabajadores encuestados. El conocimiento generado previamente indicó cuáles eran los síntomas de salud que presentaban los trabajadores en las carrocerías participantes; por su parte, la teoría indica que algunos de estos síntomas están íntimamente relacionados con la exposición a los químicos que utilizan en sus operaciones, específicamente a los compuestos llamados isocianatos, que en el caso de pinturas y lacas son los del tipo HDI, TDI y MDI. De comprobarse esta relación síntoma-exposición, servirá como evidencia científica para demostrarle a las autoridades gubernamentales y a los grupos de interés en general, la necesidad de organizar e impulsar un programa de servicios sustentable en todas las carrocerías de la ciudad. Por el contrario, en caso de no encontrar evidencia conclusiva en este sentido, la propuesta a los grupos de interés se basará en el Principio Precautorio emitido en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo [4], el cual decreta:

"Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente" [5].

Introducción

El presente documento detalla el proceso de investigación realizado en tres microempresas dedicadas a la restauración y pintado de automóviles, ubicadas en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. Se proporciona información sobre los riesgos ocupacionales y ambientales generados por las actividades del sector conformado por estas microempresas, proponiéndose además cómo abordar el problema a través de la aplicación y operación de un Programa de Servicios Sustentables (PSS), que motive e impulse al *sistema* de talleres de carrocería hermosillense a trabajar con estándares más sustentables.

Además de esta introducción, se establecen las preguntas de investigación, se propone la hipótesis de trabajo así como el objetivo, las metas; así como, la justificación y el alcance de la investigación.

En el capítulo uno, "Estado del Arte", se muestra una síntesis de cómo se encuentran los temas relevantes asociados con los riesgos ocupacionales y ambientales generados en un taller de carrocería automotriz. Los aspectos generales de la legislación aplicable en cuestión ambiental y ocupacional aplicable a los talleres de carrocería: También incluye, una relatoría, explicación y resumen de los programas de producción más limpia que han sido utilizados en distintas latitudes. Por último, se muestra el estado del arte, sobre las pequeñas y medianas empresas y la sustentabilidad.

El capítulo dos, "Metodología", describe el enfoque metodológico, el diseño metodológico, el caso de estudio y los instrumentos utilizados para recolectar la información de toda la investigación.

El capítulo tres, "Sistema de Servicios Sustentables", presenta las áreas de oportunidad detectadas que favorecen el operar un programa de servicios sustentables en los talleres de carrocería, un sondeo realizado entre los dueños de estos talleres sobre legislación ocupacional y ambiental aplicable a sus negocios. Por último, describe un Sistema de Servicios

Sustentables y detalla el esquema propuesto para el Programa de Servicios Sustentables para un taller de carrocería.

El capítulo cuatro, "Análisis y Resultados", muestra los resultados obtenidos, en cada uno de las fases que conforman el programa de servicios sustentables durante su implementación y operación en los tres talleres de carrocería de la ciudad de Hermosillo, Sonora..

Por último, se discute y concluye sobre los resultados obtenidos con la implementación del programa de servicios sustentables en los tres talleres de carrocería participantes. Además de proponer trabajos futuros derivados de la presente investigación.

Alcance

La presente investigación se llevó cabo en tres talleres de carrocería de la ciudad de Hermosillo, Sonora, ciudad que se localiza en el municipio del mismo nombre, colindante hacia el norte con los municipios de Pitiquito, Carbó y San Miguel de Horcasitas; hacia el este, con los municipios de San Miguel de Horcasitas, Ures, Mazatán, La Colorada y Guaymas; al sur, con el municipio de Guaymas y el Golfo de California y al oeste, con el Golfo de California y con el municipio de Pitiquito [6].

Entendiéndose como un taller de carrocería (alude a *carrus*, que en latín significa "armazón con ruedas") el lugar donde se reparan los daños de un automóvil —tanto la lámina como sus accesorios o su sustitución, cuando estos componentes no pueden ser reparados— ocasionados por colisiones, volcaduras o intemperismo (la acción combinada del tiempo y el clima contra el vehículo). Quedan excluidos del presente estudio los talleres de carrocerías de empresas transnacionales como: Ford, General Motors, Nissan, Honda, Toyota, Pontiac, etc., dado que sus condiciones de trabajo son ajenas al interés de esta investigación.

La etapa experimental se realizó en el período comprendido de agosto del 2009 a mayo del 2011.

Capítulo 1

Estado del Arte

El presente capítulo muestra una síntesis del estado del arte en que se encuentran los elementos involucrados en el estudio, para lo cual se abordan los temas de: riesgos ocupacionales y ambientales en los talleres de carrocería, legislación ambiental y ocupacional aplicable, programas de producción más limpia en talleres de carrocería y las Pymes y la sustentabilidad, todos ellos elementos necesarios para desarrollar el modelo del Programa de Servicios Sustentables (PSS) para los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

1.1 Riesgos ambientales y ocupacionales

El término *Sistema sustentable* se refiere a la creación de bienes y servicio usando procesos y sistemas que integren la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores y beneficios a la comunidad, a la vez que impulsan el crecimiento económico de una organización [7]. Lograr operar bajo el esquema de sistema sustentable se convierte en un reto para las empresas, al tener que considerar dentro de sus estrategias económicas a largo plazo, reducir los riesgos ambientales y ocupacionales que sus actividades generan.

Entendiéndose como *riesgo ambiental* a la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente natural o social por causa de un fenómeno natural o una acción humana [8]. Supongamos que una planta que fabrica jabón emite nitrógeno químico a la atmósfera. Las grandes cantidades de este elemento lanzadas al aire por las chimeneas de la planta representan un peligro para la salud de los habitantes de las comunidades vecinas, incluyendo a las plantas y animales, es un riesgo ambiental [9].

Como *riesgo ocupacional* se conoce a la condición que incrementa la probabilidad que tiene un trabajador de sufrir accidentes, enfermedades y deterioro en la salud en su área de trabajo [10]. Este tipo de amenazas pueden ser clasificados como químicos, físicos, biológicos, ergonómicos o psicosociales [11].

Por citar un ejemplo, el ruido industrial suele ser un riesgo para la salud, porque una exposición a largo plazo a niveles de ruido en el intervalo 90 a 100 decibeles ocasiona daños permanentes. Pero el ruido puede ser también un riesgo de seguridad porque una exposición aguda repentina a un estruendo puede lesionar el sistema auditivo [12].

Muchas exposiciones químicas tienen efectos tanto agudos como crónicos, derivados de la exposición a polvo, humos, gases, vapores entre otros que se encuentran presentes en el ambiente de trabajo cuya posible entrada al organismo puede ser a través de las vías respiratorias, digestivas o de la piel, convirtiéndose en representando riesgos de seguridad y salud [13].

1.2 Riesgos ambientales y ocupacionales en los talleres de carrocería

En las operaciones de una carrocería se utilizan distintos productos, equipos y herramientas, que implican un número importante de riesgos a los cuales el trabajador está expuesto. Los principales riesgos inherentes a los puestos de carrocerero¹ son quemaduras, cortaduras, sobreesfuerzos posturales, ruido, proyección de cuerpos incandescentes o fundidos, inclusión de esquirlas en el cuerpo o en los ojos [14].

El puesto de pintor utiliza productos que contienen unos compuestos químicos denominados diisocianatos. Con respecto a la exposición a los diisocianatos, el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) de Estados Unidos en 1996, emitió un reporte sobre el incremento en el uso de diisocianatos empleados en la industria automotriz, específicamente en la reparación de carrocerías de vehículos [15].

Los compuestos denominados diisocianatos son considerados los principales causantes del asma ocupacional. La ruta principal de exposición ocupacional a los diisocianatos es la inhalación de vapores o aerosoles, aunque también puede ocurrir la exposición por contacto con la piel durante el manejo de diisocianatos líquidos [16].

¹ Carrocerero es el término coloquial para nombrar el puesto relacionado con componer los desperfectos en la lámina de la carrocería de un automóvil

Enfermedades como el asma, infecciones respiratorias e inclusive la muerte son probables consecuencias de la exposición a los diisocianatos, un grupo de compuestos aromáticos y alifáticos de bajo peso molecular. Los más comunes son el diisocianato de tolueno (TDI), el diisocianato de difetilmetano (MDI) y el diisocianato de hexametileno (HDI). Para efectos de la presente investigación, nos referiremos a los diisocianatos agrupados como isocianatos [17].

El primer isocianato orgánico fue preparado por Wurtz en 1849. En 1900 se prepararon gran variedad de isocianatos y se observaron cualitativamente las reacciones generales de estos compuestos. Sin embargo, fue hasta 1937 que la empresa Bayer Alemania, descubrió el proceso de isocianato por adición. Después de la guerra, los conocimientos obtenidos en Alemania sobre la fabricación y sus aplicaciones se añadieron a los que ya se poseían en los Estados Unidos y hoy los isocianatos son compuestos de gran importancia industrial por su poder de adhesión [18]. La figura 1.1 muestra la estructura molecular de los isocianatos orgánicos, en la cual el grupo isocianato $-NCO$, está unido a un radical orgánico. Son un grupo de compuestos aromáticos y alifáticos de bajo peso molecular.

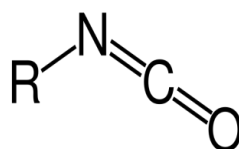


Figura 1.1 Estructura molecular del isocianato

Los más comunes de éstos son el isocianato de tolueno (TDI, por sus siglas en inglés) y cuya estructura molecular se muestra en la figura 1.2.

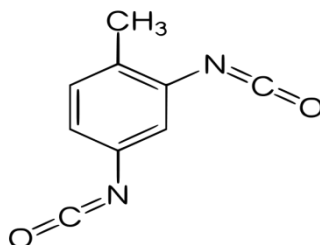


Figura 1.2 Estructura molecular del isocianato de tolueno (TDI)

La estructura molecular del isocianato de difenilmetano (MDI, por sus siglas en inglés) se muestra en la figura 1.3.

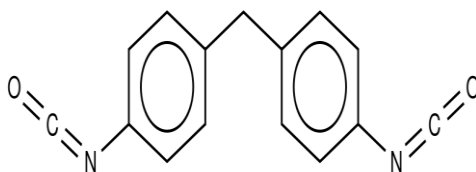


Figura 1.3 Estructura molecular del isocianato de difenilmetano (MDI)

Por último, y en referencia a los isocianatos más utilizados en las operaciones de carroceado de un automóvil se muestra la estructura del isocianato de hexametileno (HDI, por sus siglas en inglés) en la figura 1.4.



Figura 1.4 Estructura molecular del isocianato de hexametileno (HDI)

En los últimos años, ha habido un incremento en el uso de isocianatos empleados en la industria automotriz, en la reparación de carrocerías de vehículos y en materiales de aislamiento de edificios. Por su parte la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos, sostiene que la exposición a diisocianatos puede causar varios efectos sobre la salud, tales como irritación en la piel y de las membranas mucosas, dolor de pecho, dificultad para respirar, además de otros asociados con el cáncer [19]. Los principales síntomas por exposiciones peligrosas son el asma ocupacional y problemas en los pulmones; así como irritación en los ojos, nariz, garganta y piel [20].

El isocianato de tolueno, posee un olor característico. Es un buen solvente (una sustancia que puede disolver a otras sustancias). Se añade a la gasolina junto con el benceno y el xileno. El tolueno ocurre naturalmente en el petróleo crudo y en el árbol tolú. El tolueno se usa en la fabricación de pinturas, diluyentes de pinturas, barniz para las uñas, lacas, adhesivos y caucho y en la imprenta y el curtido de cueros. Se desecha en sitios de residuos peligrosos

como solvente usado o en vertederos, en donde se encuentra como restos de pinturas, diluyentes de pinturas y barniz para las uñas [21].

La inhalación de altos niveles de tolueno puede acarrear la muerte o la pérdida del conocimiento. La inhalación repetida de tolueno durante periodos prolongados en el trabajo, o por el olfateo o inhalación deliberados de pegantes o pintura, puede ocasionar la muerte, lesiones cerebrales permanentes, o depresión. Además, la exposición a altos niveles de tolueno puede afectar los riñones, el sistema nervioso, el hígado, el cerebro y el corazón. El contacto directo prolongado con tolueno en forma de vapor o líquido puede irritar los ojos, y causar resequedad de la piel y erupciones cutáneas. La ingestión de tolueno puede ocasionar vómito, diarrea y dificultad respiratoria. La exposición a niveles bajos o moderados de tolueno puede causar confusión, mareo, dolor de cabeza, fatiga, debilidad, pérdida de la memoria, náuseas, pérdida del apetito, tos, sibilancia y pérdida de la audición y la visión del color [22].

Los HDI son el tipo de isocianatos más comunes en los talleres de carrocería, un estudio epidemiológico llevado a cabo en New Haven, U.S., demostró la presencia de HDI en la sangre de los empleados. Aunque no se registró ningún caso de asma causada por este elemento, si se identificaron síntomas relacionados con problemas respiratorios [23]. Los empleados de una carrocería que se dedican a las operaciones relacionadas con la pintura son más susceptibles a la exposición de HDI a través de la piel, lo cual quedó demostrado al realizarle estudios a pintores y a sus compañeros de trabajo que estaban asignados a otro tipo de tareas dentro de una misma carrocería[24].

La exposición a isocianato de hexametileno por largo tiempo (desde unos pocos meses hasta unos pocos años) ha manifestado un síndrome alérgico parecido a asma. Los síntomas consisten de falta de aliento, jadeo, bronquitis, y tos. Estos síntomas generalmente desaparecen cuando la persona deja de usar productos que contienen isocianato de hexametileno (HDI), pero reaparecen cuando empiezan a usar nuevamente productos que lo contienen [25].

Los trabajadores de los talleres de carrocería utilizan productos que contienen isocianatos, contaminándose con ellos a través de dos rutas importantes, la inhalación respiratoria y la piel. Los isocianatos utilizados en estos talleres son del grupo de los

polisocianatos, pero basados en HDI, el cual rápidamente se convierte en vapor durante las operaciones de pintado, siendo ésta la primera causa de exposición por inhalación. La contaminación a través de la piel sucede cuando se hacen las operaciones de mezclado o manipulación del producto [26].

Entre la aparición de síntomas de asma y el período de latencia, es decir, el tiempo que transcurre entre el inicio de la exposición a la sustancia potencialmente sensibilizante y la aparición de los síntomas, es muy variable, si bien la mayoría de los pacientes desarrolla la asma en los dos primeros años, parece que la sensibilización a sustancias de Bajo Peso Molecular (BPM) se produce en menos tiempo. Cuando un individuo comienza a trabajar en una industria de riesgo el desarrollo de la enfermedad dependerá de los factores de exposición (intensidad, tipo de sustancia, duración de la exposición, etc.) y de la predisposición individual [27]. La Tabla 1.1 muestra las causas de asma ocupacional de los compuestos de bajo peso molecular

Tabla 1.1 Principales causas de asma ocupacional Fuente: Cebollero, P., Echegoyen, E., Santoralia M.A (2005) Asma ocupacional		
	COMPUESTOS	PROFESIONALES
Fármacos	Antibióticos (penicilina, ampicilina, cefalosporinas, tetraciclinas, sulfonas) Metildopa Penicilamina Hidralacina Clorhexidina	Industria farmacéutica
Diisocianatos	Ácido trimetílico TDI, Diisocianato de difenilmetano, Diisocianato de hexametileno	Industria del poliuretano, industrias del plástico, barnices y esmaltes
Maderas	Cedro del Líbano, Roble, Caoba, Palo, Martín, Iroco	Aserraderos, acabados de maderas, carpinterías, ebanisterías, fabricación de moldes
Metales	Platino Níquel Cromo Aluminio Vanadio Cobalto Acero inoxidable	

No todos los trabajadores que se exponen a isocianatos desarrollan asma ocupacional, esto se debe a las características particulares de la exposición, como por ejemplo la duración y

la ruta de exposición (a través de la piel o el sistema respiratorio), al tipo de isocianato y a la predisposición o sensibilidad del trabajador [28].

En los países bajos se realizó otro estudio a trabajadores de las carrocerías pequeñas y a los que laboraban en fábricas de muebles y de barcos, descubriéndose que los pintores son el grupo con mayor riesgo de sufrir asma ocupacional, como consecuencia de la exposición a isocianatos, también del tipo HDI. Además, fue el grupo de trabajadores que presentó más síntomas de alergias y problemas respiratorios [29]. No sólo la operación de rociar la pintura y limpiar el equipo exponen al trabajador a los HDI, como lo demuestra Sparer con los resultados que obtuvo en el estudio denominado SPRAY en New Haven, Connecticut; también son operaciones con riesgo de exposición la acción de mezclar, aplicar y lijar el *primer* (base); mezclar, aplicar y lijar el transparente; quitar el "empapelado" y efectuar las tareas de limpieza y detallado [30].

Pronk, comprobó en otro estudio en 28 carrocerías pequeñas y 2 carrocerías industriales, realizado en Holanda, que existe evidencia de presencia interna de HDI en empleados de carrocerías y pintores industriales que tienen contacto con pinturas y lacas, incluyéndose en este estudio un cuidadoso bio-monitoreo a través de muestras de orina, pruebas de inhalación y determinaciones del grado de contaminación sufrida por la piel de los empleados [31].

En general, los empleados de las carrocerías se exponen a inhalar materiales volátiles en forma de partículas finas, fibras y gases; se arriesgan además a absorber, por medio de la piel, solventes y los mencionados isocianatos, e incluso a ingerir de manera accidental algún tóxico o contaminante; todo ello como resultado de prácticas insalubres, tan sencillas pero tan fatales como no lavarse las manos antes de comer o beber, sobre todo en la misma área donde se están utilizando los materiales peligrosos[1][32].

Un estudio denominado "Risk Assessment for Occupational Dermal Exposure to Chemicals" (RISKOFDERM), demostró que los trabajadores de los talleres de carrocería, se exponen diferentes niveles de riesgo en la piel, durante las operaciones que conforman el

proceso de carroceado. Desde el punto de vista de la exposición de la piel, se encontró que las manos son la parte del cuerpo con mayor riesgo de estar en contacto con los químicos, durante el llenado del depósito de la pistola, durante la aplicación de los distintos materiales y durante la operación de limpiado de la pistola [33].

La exposición a grandes cantidades de cloruro de metileno produce mareo, náuseas, cosquilleo o adormecimiento de los dedos de las manos y los pies. Respirar menores cantidades puede causar pérdida de la atención y de precisión en tareas que requieren coordinación entre los ojos y las manos [34].

El plomo puede afectar a casi todos los órganos y sistemas en el cuerpo también puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos [10]. Igualmente, la exposición al plomo produce un pequeño aumento de la presión sanguínea, especialmente en personas de mediana edad y de edad avanzada, pudiendo causar anemia. La exposición a niveles altos de plomo puede dañar seriamente el cerebro y los riñones de niños y adultos y causar la muerte y en los hombres, la exposición a altos niveles puede alterar la producción de espermatozoides [35].

Respirar brevemente altos niveles de estireno provoca trastornos del sistema nervioso, como por ejemplo depresión, dificultad para concentrarse, debilidad muscular, cansancio y náusea, y posiblemente irritación de los ojos, la nariz y la garganta [36].

Por su lado, Pisaniello demostró que en el sur de Australia, los pintores de los pequeños talleres de carrocería presentan más problemas respiratorios y en la piel, que aquéllos que se dedican al trabajo mecánico o al pintado industrial. Sin embargo, raramente utilizaban protección cuando están mezclando la pintura, limpiando el equipo o lijando la superficie, varios de los pintores aceptaron que ellos realizan las actividades de pintado sin ningún tipo de protección [37].

Históricamente, mucho del enfoque de prevención de exposiciones en esta industria se ha dirigido a las operaciones de pintura, menospreciando o reduciendo la atención que

merecen las actividades relacionadas con el retiro de la pintura original —ya sea a través del lijado o por remoción química—, donde también existe el riesgo de exposición a polvos y vapores que contienen elementos como plomo y cloruro de metileno [38]. Metales tóxicos como el plomo se utilizan como pigmentos de algunas pinturas, volviéndose riesgosas las tareas de soldar y lijar superficies, al elevarse la probabilidad de exposición de metales tóxicos [39].

Los humos que se emiten al soldar contienen metales como el óxido de zinc y gases irritantes como el ozono y el dióxido de nitrógeno. Otros contaminantes del aire que pueden encontrarse en las carrocerías son el cromo (componente de algunas pinturas, sobre todo las de color rojo o naranja), el cloruro de metileno, el estireno y los asbestos [1].

También en Japón, en 1989, se realizó un estudio que demostró que los empleados de las carrocerías que se encargaban de arreglar los frenos y el embrague, estuvieron expuestos al aire contaminado con asbestos. Las herramientas y el equipo que se utiliza para remover los discos o balatas que conforman los frenos del automóvil, representaron, en este caso, las principales las fuentes potenciales de exposición a asbestos pesado, riesgo que se ve incrementando si las labores se realizan en un área no ventiladas. [40].

Además un estudio realizado en 1986 en la ciudad de Nueva York sobre las causas de muerte de empleados de carrocerías, talleres mecánicos y dueños, sugería que la higiene industrial evaluara los riesgos a la que se encuentran expuestos los trabajadores del sector de mantenimiento de automóviles, al encontrar como probables causas de muerte: cáncer de esófago, cirrosis, cáncer de estómago, cáncer de riñón, así como por problemas respiratorios y cardiovasculares. Los autores concluyeron que los resultados obtenidos respaldan la hipótesis de que los problemas de salud de esta índole, están relacionados con la exposición que sufrieron los empleados durante su trabajo [32].

De acuerdo a un estudio realizado por el Instituto de Reducción de Tóxicos de la Universidad de Lowell, Massachusetts el aerosol usado frecuentemente para limpieza de los

frenos y otros solventes, contienen tolueno, xileno y acetona son usados comúnmente para limpiar la pistola de pintado y para otros usos, no etiquetados [41].

En lo que respecta a riesgos ambientales, los talleres de carrocería producen varios tipos de residuos, algunos de ellos peligrosos, los cuales, de no tener un manejo adecuado de disposición final, pueden causar daños al medio ambiente.

Algunos de los residuos que generan son solventes (pinturas y thinner), anticongelante, residuos de metales, acumuladores, aceite y filtros, entre otros. Las pinturas, solventes y limpiadores utilizados en la industria de la carrocería emiten contaminantes que contribuyen a elevar los niveles de smog y la contaminación el aire, ya que estos contienen compuestos volátiles orgánicos (VOC) [42].

Las operaciones de una carrocería también generan residuos como filtros de las cabinas de pintado, polvo de pintura; incluso el barrido del piso puede resultar dañino, dependiendo del tipo de pintura utilizado. Los residuos de las pinturas son tóxicos e inflamables, pueden contener metales pesados, compuestos derivados del petróleo y ácidos orgánicos [43].

Las operaciones y actividades en una carrocería pueden afectar la salud del trabajador, la de su familia, la de la comunidad aledaña e incluso la del medio ambiente. En el 2002, en Estados Unidos existían aproximadamente 60,000 carrocerías, muchas de las cuales se encuentran en zonas residenciales. Estos establecimientos emplean más de 150,000 pintores que son afectados por los olores y las emisiones tóxicas propias del negocio, eso sin contar a los otros empleados de la carrocería y a los vecinos [44].

1.3 Legislación Ambiental y Ocupacional en México

En México, para hablar en términos de legislación ambiental y ocupacional, es necesario mencionar las máximas representaciones legislativas en ambos rubros. En términos de legislación ambiental la máxima autoridad está representada por la Ley General de

Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y en términos de legislación ocupacional, la máxima representación es la Ley Federal del Trabajo (LFT), ambas leyes aplican en lo ancho y largo del territorio nacional [45][46].

La Ley General Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, entrando en vigor el 1 de marzo y representó formar un cuerpo jurídico que permita la conciliación del esquema de desarrollo del país con una política ecológica que permita una forma distinta de administración, gestión y aprovechamiento de los recursos naturales y la prevención y control de la contaminación [47].

En el artículo 5 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, queda establecida la competencia de la Federación para expedir normas oficiales (NOM), así como su vigilancia de su cumplimiento.

En la misma Ley, en sus artículos 5,7 y 8 establece las facultades de la Federación, Estados y Municipios respectivamente para formular, conducir y evaluar la política ambiental en sus respectivos niveles de gobierno.

Con el propósito de tratar de ilustrar las respectivas competencias durante la revisión de la legislación ambiental y ocupacional se elaboraron dos tablas donde se muestra las atribuciones y facultades de cada uno de los niveles de gobierno. Como se muestra en la tabla 1.2, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, será ejercida por la Federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), como quedó establecido en el artículo 6, de la reforma presentada el 23 de mayo del mayo del 2006, en el Diario Oficial de la Federación (*Párrafo reformado DOF 23-05-2006*).

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LEPGIR) establece en su artículo 12, que la Federación por conducto de la SEMARNAT, podrá suscribir con los gobiernos de las entidades federativas convenios o acuerdos de coordinación para el manejo de residuos peligrosos [48].

Por otra, parte en el artículo 10 otorga a los municipios las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos que consiste en la recolección, traslado, tratamiento y su disposición final.

Tabla 1.2 Leyes, Reglamentos y Normas aplicables en el ámbito ambiental
Fuente: Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LEEPA)

Leyes y Reglamentos y Normas por Ámbito	Jurisprudencia (Secretaría que le Compete)
LEYES FEDERALES	
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Los tres poderes de la Unión Ejecutivo, Legislativo y Judicial
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Reglamento de la LGEEPA en materia del Evaluación del Impacto Ambiental	Artículo 2. La aplicación de este reglamento compete al Ejecutivo Federal, por conducto de la SEMARNAT
Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología
Reglamento de la LGEEPA en materia de Ruido	Secretaría de Salubridad y Asistencia
NOM-002-ECOL-1996 Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las descargas de Aguas Residuales a los Sistemas de Alcantarillado Urbano o Municipal	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
NOM-052-SEMARNAT-2005, Características de los Residuos peligrosos, el procedimiento de Identificación, Clasificación y los listados de los Residuos Peligrosos	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
ESTATAL	
Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del Estado de Sonora	Comisión Estatal para el Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora
MUNICIPAL	
Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición final de residuos sólidos en el municipio de Hermosillo.	Ayuntamiento de Hermosillo a través de la Dirección de Servicios Públicos Municipales

En materia ambiental existen tres reglamentos aplicables a los talleres de carrocería, el Reglamento derivado de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la

Contaminación Atmosférica y el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ruido, cuyas atribuciones se atribuyen a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y la Secretaría de Salubridad y Asistencia, respectivamente [49].

Las normas emanadas de la LGEEPA y que aplican para los carroceros, son la NOM-002-ECOL-1996. Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales a los Sistemas de Alcantarillado Urbano o Municipal; NOM-052- SEMARNAT-2005, Características de los Residuos Peligrosos, el Procedimientos de Identificación, Clasificación y los listados de Residuos Peligrosos; NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición, serán vigilados por la SEMANART a través de la Procuraduría Federal del Ambiente [50].

El Artículo 38 bis de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) contiene un instrumento de autorregulación ambiental, que es la auditoría ambiental y la define de la siguiente manera:

“Los responsables del funcionamiento de una empresa podrán en forma voluntaria, a través de la auditoría ambiental, realizar el examen metodológico de sus operaciones, respecto a la contaminación y el riesgo que generan, así como el grado de cumplimiento de la normatividad ambiental y de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables, con el objeto de definir las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger el medio ambiente.”

Sin embargo, como bien lo señala Gunningham, el uso de la Auditoría Ambiental (AA) requiere se acompañada, por una parte de incentivos económicos y por otra parte, de mayores presiones a través de mayor inspección o sanciones para aquella Pymes que no participen en programas enfocados a prevenir y/o reducir los riesgos al ambiente [51].

En lo que respecta al terreno Estatal, la principal Ley en materia ambiental lo representa la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del Estado de

Sonora, la cual establece en su artículo 6, que las atribuciones al Estado serán ejercidas a través de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora[52].

Por último, en lo que respecta a la facultad del municipios se identificó el Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos en el Municipio, el cual en su artículo 3 establece que las autoridades competentes en la aplicación de ese reglamento son la Dirección de Servicios Públicos Municipales, la Coordinación General de Inspección y Vigilancia de la Secretaria del Ayuntamiento y la Tesorería Municipal [53]. En el caso del ayuntamiento de Hermosillo, es importante destacar que con fecha 30 de Septiembre del 2008, en reunión del Cabildo Municipal, se aprueba el proyecto de creación del Instituto Municipal de Ecología, como un órgano desconcentrado de la Administración Pública Municipal Directa, en dicha aprobación destaca en su artículo 2, referente a las atribuciones de ejercer las facultades conferidas al Ayuntamiento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente para el Estado de Sonora[54].

En la tabla 1.3 donde se ilustran las atribuciones en materia ocupacional, aparece como principal legislación la Ley Federal de Trabajo, cuya observancia general es en toda la República; también se menciona la Ley de General de Salud, porque en su artículo 2, sobre el derecho a la protección de la salud, en su apartado XVI, establece la salud ocupacional y el saneamiento básico como finalidad y corresponde a la Secretaria de Salud su observancia.

Corresponde a la Secretaría de Trabajo y Previsión Social la aplicación del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo que se deriva de la Ley Federal del Trabajo.

En lo que respecta a las normas aplicables se encontraron la NOM-005-STPS-1998. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo para el Manejo Transporte y Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas; NOM-006-STPS-2000. Manejo y Almacenamiento de Materiales-Condiciones y Procedimientos de Seguridad; 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-011-STPS-2001. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se Genere Ruido; NOM-015-STPS-2001. Condiciones Térmicas Elevadas o Abatidas-Condiciones de Seguridad e Higiene cuya vigilancia y aplicación recae en la Secretaria de Trabajo y Previsión Social [55].

Tabla 1.3 Leyes, Reglamentos y Normas aplicables en el ámbito Ocupacional
Fuente; Ley Federal del Trabajo (LFT)

Leyes y Reglamentos y Normas por Ámbito	Jurisprudencia (Secretaría que le Compete)
LEYES FEDERALES	
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Los tres poderes de la Unión Ejecutivo, Legislativo y Judicial
Ley Federal del Trabajo	Secretaría de Trabajo y Previsión Social
Ley General de Salud	Secretaria de Salud
Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo	Secretaria de Trabajo y Previsión Social Secretaria de Trabajo y Previsión Social
NOM-002-STPS-2000. Condiciones de Seguridad-Prevención, Protección y Combate de Incendios en los Centros de Trabajo.	Secretaria de Trabajo y Previsión Social
NOM-005-STPS-1998. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo para el Manejo Transporte y Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas	Secretaria de Trabajo y Previsión Social
NOM-006-STPS-2000. Manejo y Almacenamiento de Materiales-Condiciones y Procedimientos de Seguridad.	Secretaria de Trabajo y Previsión Social
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	Secretaria de Trabajo y Previsión Social
NOM-011-STPS-2001. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se genere ruido.	Secretaria de Trabajo y Previsión Social
NOM-015-STPS-2001. Condiciones Térmicas Elevadas o Abatidas condiciones de Seguridad e Higiene.	Secretaria de Trabajo y Previsión Social
ESTATAL	
Ley que Reglamenta las funciones y actividades de la Dirección General de Trabajo y Previsión Social	Dirección General de Trabajo y Previsión Social

Por último, y dado los limitados recursos de las autoridades ambientales, el limitado alcance de muchas estrategias regulatorias convencionales, hay una gran necesidad de cambiar de la regulación directa hacia una variedad de estrategias alternativas, incluyendo el cumplimiento voluntario, la autoevaluación y el uso de terceros agentes como reguladores subrogados. En este contexto, instrumentos voluntarios, como la auditoría ambiental son más apropiados para mejorar el desempeño ambiental de los pequeños negocios [51].

1.4. Producción más limpia y prevención de la contaminación

El enfoque de producción más limpia está diseñado para implementarse dentro de la empresa, éste nace en la década de los 80 como una respuesta a los crecientes costos de los tratamientos de residuos que tienen las tecnologías de control. Surgiendo como un nuevo paradigma y llegando a constituirse en un principio fundamental para el desarrollo de la actividad industrial, en la búsqueda de una sustentabilidad económica y ambiental. La Producción más Limpia es un concepto amplio que comprende términos tales como prevención, minimización de residuos o eco-eficiencia, poniendo énfasis en cómo los bienes y servicios pueden producirse con el menor impacto ambiental teniendo en cuenta las limitantes económicas y tecnológicas [56].

El concepto de producción más limpia invierte o reorienta la jerarquía de gestión de los contaminantes, considerando las oportunidades de prevenir la contaminación antes que recurrir a técnicas para su reducción, que a la larga generan costos de producción más altos y una menor protección al ambiente. Por otra parte, al tratarse de una estrategia preventiva integral favorece que los factores ambiental y laboral sean considerados como parte del proceso productivo [57].

Producción Más Limpia es una frase que describe una estrategia ambiental preventiva para la producción industrial que reduce los riesgos a la salud humana y al medio ambiente. El Programa para el Ambiente de Naciones Unidas (UNEP) define el concepto como la aplicación continua de una estrategia integrada preventiva, de procesos, productos y servicios

para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos –como dijimos antes– de la salud humana y el ambiente [58].

La estrategia en los productos está enfocada a reducir los impactos negativos que éstos generan a lo largo de su ciclo de vida, es decir, desde el diseño hasta su disposición final y, por último, en servicios, incorporando cuidados ambientales en el diseño y entrega de servicios. Este concepto no sólo se refiere a fabricar productos de una forma limpia, también implica una visión holística, que considere desde su diseño, uso y disposición final los múltiples problemas que acarrea, tanto de tipo ecológico como ambiental. La Producción más Limpia ofrece medios que permiten a la sociedad dar reversa a la forma tradicional e insustentable de utilizar los materiales y la energía, promoviendo también el uso de energías y materiales renovables en el diseño, además de proponer la reducción en la utilización y fabricación de productos tóxicos que causan un daño a la salud y al medio ambiente [59].

1.5. Programas de Producción más Limpia en talleres de carrocería

La exigencia sobre el desempeño ambiental de las empresas en todos los sectores, ha crecido en las últimas décadas, de tal forma que los accionistas y clientes además de exigir resultados económicos, también les exigen resultados positivos en lo relativo a un desempeño sustentable compatible con la preservación de los recursos naturales y la calidad del ambiente; la sustentabilidad es un concepto que cada vez es más ampliamente conocido, y el cual implica adoptar estrategias de mercado y producción que respondan a las necesidades actuales de la empresa y a los de sus grupos de interés, mientras que mantiene y mejora los medios humanos y los recursos naturales que serán necesarios para las futuras generaciones[24].

Sin embargo, éstos cambios no sólo deben reflejarse en cambios macroeconómicos, sino en las pequeñas y microempresas, piezas fundamentales en el desarrollo de un país. Una herramienta útil para lograr ese cambio lo representa la herramienta conocida como producción más limpia, la cual se define como el uso de materiales, procesos y prácticas que reduzcan y/o eliminen los contaminantes desde la fuente [60].

Según Enander, las prácticas de prevención de la contaminación en los talleres de carrocería básicamente puede enfocarse a tres categorías: cambio de productos, mejora en las operaciones o mejora en la tecnología utilizada [1].

Las iniciativas de colaboración emprendidas por el sector industrial automotriz de los Estados Unidos (específicamente en las carrocerías) han demostrado que la integración de la salud ambiental y ocupacional, puede abordar con mayor eficiencia el control y reducción de los químicos emitidos y de las exposiciones riesgosas en el lugar de trabajo. Esa sinergia debe avanzar para futuras estrategias de colaboración [61].

En enero del 2003, la Agencia de Protección al Ambiente de E.U. y el Alcalde de Boston, Michael Sullivan, anunciaron la iniciativa de capacitar a dueños y empleados de 100 carrocerías de la ciudad, con el objetivo de que los miembros de ese sector contribuyeran a proteger el medio ambiente y la salud de sus trabajadores. El entrenamiento se ofreció en el idioma inglés y español, para que la mayoría de los empleados comprendieran a fondo cómo y dónde obtener los permisos ambientales requeridos, así como qué materiales y equipo son más adecuados para minimizar la contaminación [62].

En varios estados de la Unión Americana, a lo largo y ancho del país, existen programas e iniciativas que aplican el enfoque de Prevención de la Contaminación en los talleres de carrocería. En los estados de Wyoming, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Colorado, Montana y Utah, el programa denominado "*Body Shops Pollution Prevention Guide*" es uno de ellos. En él se propone un buen principio para impulsar un proyecto de prevención de la contaminación emanada de las rutinas carroceras: comprender a fondo las operaciones que ahí se llevan a cabo, es decir, el proceso en toda su magnitud y trayecto, los materiales que son utilizados y los tipos de residuos que se generan [43].

El programa "Diseño para el Ambiente (DPA)" de la EPA es un proyecto voluntario que exhorta a las pequeñas empresas a integrar salud y medio ambiente en la planeación del negocio. Tiene como objetivos la protección del medio ambiente tanto de materiales como de procesos— que prevengan la contaminación [63].

El plan piloto se desarrolló en 1998 en la ciudad de Philadelphia, siendo las principales propuestas el uso de pistolas de pintado más eficientes, que redujeran la emisión de químicos al aire; la creación de mejores cabinas de pintado, que incluyeran periódicamente el cambio de filtros; el establecimiento de prácticas más cuidadosas, tanto en el cuarto de mezclado como en las operaciones de limpiado de la pistola; el uso de mejores sistemas de ventilación, etc. [64].

El programa "*Pollution Prevention for Auto Body and Paint Shops*" del estado de California, insta a los propietarios de las carrocerías a utilizar estrategias de prevención de la contaminación, las cuales los ayudarán a cumplir con las regulaciones ambientales gracias a la reducción de emisiones y del uso de materiales peligrosos, así como al manejo adecuado de su disposición final [65]. A continuación se describen las diez formas de prevención de la contaminación en una carrocería, propuestas en el programa "*Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self-Certification Program*" del estado de Delaware en el 2004 [66]:

Elección de productos menos tóxicos.

El proveedor puede ayudar suministrando mejores productos, eliminando aquellos removedores de pintura que contengan cloruro de metileno, eligiendo pinturas que contengan menos VOC's, planeando la utilización de *primer* y base color a base de agua y asegurando que las pinturas de color amarillo, naranjas o rojo no contengan plomo o cromo.

Almacenaje y manejo seguro de los materiales.

El tener bien ordenados los materiales permitirá controlar sus fechas de expiración, evitando se vuelvan obsoletos.

Reducción del uso de solventes.

Utilización de un sistema cerrado para la limpieza de la pistola de rocío, lo cual reduce los humos del solvente. Rechazo sistemático de solventes para enjuague de manos o su aplicación en cualquier parte de la piel, desechándose también su uso como aditivo de limpieza de la pistola.

Disminución de las exposiciones al polvo.

El mejor método para atenuar la exposición a los distintos polvos generados en un taller de carrocería, consiste en realizar la operación de lijado de la lámina con una lijadora ventilada, dentro de un sitio cerrado que cuente con un sistema de ventilación adecuado.

Utilización de pistolas de rociado de Alto Volumen y Baja Presión (HLVP).

Cuando se utiliza una pistola HLVP, el procedimiento de pintado es más eficiente. Una pistola de estas características reduce significativamente la niebla o brisa propias de su operación, minimizando los desperdicios de los productos químicos requeridos y protegiendo al medio ambiente, a los compañeros de trabajo y a la comunidad aledaña al taller.

Conducción controlada del agua residual que se genera.

Sólo existen dos lugares hacia dónde enviar el agua residual generada en una carrocería, el alcantarillado público o un sistema séptico. Los líquidos contaminados se podrán enviar al drenaje público, siempre y cuando el agua haya sido tratada. Si el agua se conduce hacia una fosa séptica, se deberá separarla previamente del aceite.

Entrenamiento del personal.

Los empleados deben recibir entrenamiento e información sobre los efectos en la salud y el medio ambiente, generados por las actividades riesgosas que realizan, informándoseles asimismo qué acciones conviene tomar para reducirlos o eliminarlos.

Disposición adecuada de los residuos peligrosos.

Por constituirse en residuos sólidos peligrosos, se deberá restringir la cantidad de toallas, trapos y estopas impregnadas con pinturas y solventes.

Valoración de medios mecánicos para eliminar el daño (PDR).

En ciertas aplicaciones puede ser favorable reemplazar el método convencional de reparación del daño por otros más mecanizados, ya que estos últimos reducen la contaminación y generación de residuos.

Conservación del agua y la energía.

Restricción del uso de agua lo más posible y un empleo más eficiente de la energía. Cuando se compre equipo nuevo, deben seleccionarse aquéllos de alta eficiencia energética.

En distintas ciudades de Estados Unidos, se han desarrollado e implementado programas de producción más limpia y prevención de la contaminación en los talleres de carrocería. Como puede observarse en la tabla 1.5 en la columna de promotores de dichos programas, destaca la participación de los gobiernos locales, la Agencia para Protección al Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés) y en el caso del estado de California y Rhode Island los propietarios de los talleres.

Tabla 1.5 Programas de Producción más Limpias en talleres de carrocería

Nombre del Programa	Ciudad	Promotores
"Body Shops Pollution Prevention Guide"	Wyoming, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Colorado, Montana y Utah,	Gobiernos, Universidad de Montana y la Agencia de Protección al Ambiente EPA (2006)
"Small Automotive Refinishing Project In Philadelphia"	Philadelphia	Gobiernos local y EPA (1998)
"Pollution Prevention for Auto Body and Paint Shops"	California	Gobierno local y propietarios (2003), Departamento de control de sustancias tóxicas., proveedores(2003)
"Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self-Certification Program"	Delaware	Gobierno local a través del Departamento de recursos naturales y medio ambiente (2004)
"The autobody certification program"	Rhode Island	Gobierno del local a través de su Departamento de administración ambiental, se formó un comité donde se incluyen miembros de la comunidad, dueños de las carrocerías.(2002)

Como puede observarse en la tabla 1.6 en el programa implementado en la ciudad de Philadelphia, denominado “Small Automotive Refinishing Project in Philadelphia” [67], utilizaron técnicas muy similares a las implementadas en otros estados, como mejores prácticas en el pintado, limpieza de equipo, uso de equipo de protección personal adecuado a las actividades que realizan, manejo adecuado de los residuos peligrosos (solventes, pinturas, estopas), diseño de un programa de salud ocupacional, entre otros.

Tabla 1.6 “Small Automotive Refinishing Project in Philadelphia”

Nombre del programa	Técnicas
“Small Automotive Refinishing Project In Philadelphia”	Mejora de prácticas en el pintado Limpieza de equipo Utilización de equipo de protección personal Manejo adecuado de residuos de solventes, pinturas, estopas. Programa de Salud Ocupacional Manejo de adecuado de productos que contienen isocianatos Plan de contingencias

En las ciudades de Wyoming, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Colorado, Montana y Utah, se implementó un programa denominado “Auto Body Shops Pollution Prevention Guide” [68], los principales puntos que contempla el programa se muestran en la tabla 1.7

Tabla 1.7 “Body Shops Pollution Prevention, Dakota”

Nombre del programa	Técnicas
“Body Shops Pollution Prevention”	Formar un comité Identificar los tipos de residuos Almacenamiento adecuado Preparación de los materiales comúnmente llamado “cuarto de mezclado” Equipo de limpieza de equipo de pintado Manejo adecuado de residuos sólidos Manejo de residuos automotrices Disposición del aceite usado Filtros usados Aguas residuales Acumuladores usados Desechos por servicio a Aires acondicionados Disposición de toallas Desechos de la oficinas administrativas Conservación de agua y energía

El programa “Pollution Prevention for Auto Body and Paint Shops” [69] del estado de California intervienen varios actores, los dueños de las carrocerías, el departamento de control de sustancias tóxicas, la EPA, intervienen varios actores en su implementación.

El departamento de control de sustancias tóxicas, ofrece orientación, soporte técnico, información para la industria y público en general sobre producción más limpia y reducción de residuos, lo cual se aprecia en la tabla 1.8. Los programas van enfocados a mejorar las operaciones con un beneficio económico mientras protegen el medio ambiente y cumplen con los requerimientos de ley.

Tabla 1.8 “Pollution Prevention for Auto Body and Paint Shops en California”

Nombre del programa	Técnicas
“Pollution Prevention for Auto Body and Paint Shops”	Minimizar los residuos de pintura Técnica de lavado de equipo de pintura Reciclado de solventes Control de emisiones VOC Manejo adecuado de residuos de la operación de lijado Administración de residuos peligrosos Lista de chequeo para prácticas de producción más limpia en el taller

Los principales puntos del programa de “Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self-Certification Program” [66] del estado de Delaware se muestran en la tabla 1.9 y consisten en una completa guía que permite al taller certificarse bajo el esquema de “Taller de carrocería seguro”.

Tabla 1.9 “Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self-Certification Program” Delaware

Nombre del programa	Técnicas
“Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self Certification Program”	Mejores prácticas en una carrocería Manejo adecuado de residuos sólidos Manejo adecuado de residuos peligrosos, residuos universales y de aceite Almacenamiento adecuado materiales peligrosos Contaminación de aire Contaminación de agua Capacitación Planes de contingencia

En el 2002, el sector de las carrocerías en el estado de Rhode Island consistía en 371 talleres con licencia para operar. Esta información se obtuvo del Departamento de regulación de negocios del Estado. Es importante mencionar que en el programa denominado “Autobody Certification Program”, del estado de Rhode Island, participó en el diseño e implementación del programa, Richard Enander, quien es autor de varios de los artículos consultados en esta investigación [70]. En este programa destacan, las actividades de cambio de productos, reducción de emisiones, etiquetado de productos, conservación de la energía, manejo adecuado de los residuos peligrosos, capacitación, hojas de seguridad, programa sobre uso de respiradores, todas ellas actividades contempladas en un programa de producción más limpia y prevención de la contaminación y que son mostradas en la tabla 1.10.

Tabla 1.10 “Autobody Certification Program” de Rhode Island

Nombre del programa	Técnicas
“Autobody certification program”	Cambio de productos Mejora de tecnología Uso de equipo de protección Reducción de emisiones de VOC Correcto almacenaje Etiquetado de productos Conservación de energía Manejo adecuado de residuos peligrosos y no peligrosos Conservación de agua Capacitación Plan de contingencias Hojas de seguridad Programa sobre uso de respiradores

También en la ciudad de Boston, Massachusetts el proyecto denominado “Safe Shop Project”, arrojó resultados interesantes derivados de la implementación de un programa donde los dueños de cada una de los talleres participantes capacitó a sus trabajadores en temas sobre seguridad en su lugar de trabajo.

La capacitación tuvo una duración de entre 60 a 90 minutos y se llevó a cabo en los lugares de trabajo sin interferir con las actividades propias del establecimiento. El entrenamiento, incluyó un video sobre prevención de la contaminación en talleres de carrocería, mejores prácticas entre otros temas, también hubo una sesión de preguntas y respuestas [71].

La tabla 1.11, muestra los resultados obtenidos en los rubros dirigidos a proteger al trabajador y a disminuir los riesgos generados por sus actividades. La columna de porcentaje de cambio muestra si hubo o no avance después de haber recibido entrenamiento en los distintos rubros ocupacionales y ambientales que aplican a los talleres de carrocería en la ciudad de Boston, Masahusetts.

Tabla 1.11 Resultados del programa “Safe Shop Projec” en la ciudad de Boston.

Fuente: Shoemaker, P., Skogstrom, T., Shea, J. and Bethune, L.(2007) The Boston Safe Shops Project.

Descripción	Pre- entrenamiento (N=100)	Post- entrenamiento (N=100)	Porcentaje de Cambio
Cuenta con permiso para operar	66	89	34.85%
Certificado de Negocio	36	83	130.56
Si el establecimiento tiene un contenedor de basura, cuenta con permiso por parte de la ISD*	56	83	48.21
Si el negocio realizar operaciones de corte, soldado y otros trabajos de carrocería, cuenta con el permiso de BFD**	69	88	27.54
Los líquidos flamables se encuentran almacenados en contenedores o gabinetes aprobados por la UL***	45	72	60.00%
Los contenedores de los líquidos flamables están debidamente etiquetados	39	71	82.05%
El almacen de los residuos peligrosos esta señalizado y delimitado	41	74	80.49%
El acceso al almacen de residuos se encuentra limpio o libre de obstaculos	69	83	20.29%
Los contenedores de los residuos están debidamente etiquetados	50	81	62.00%
Los contenedores que contienen residuos como aceite, anticongelante, pinturas y solventes se encuentran debidamente etiquetados	59	87	47.46%
Los solventes y estopas se colocan en contenedores cerrados y etiquetados	47	88	87.23%
Los filtros usados son perforados, escurridos y desechados apropiadamente	59	74	25.42%
Los acumuladores son almacenados en estanteria apropiada y desechados de manera apropiada	40	89	122.50%
Las llantas de desecho se encuentran afuera cubiertas y son desechadas apropiadamente	59	85	44.07%
El establecimiento se encuentra limpio	78	94	20.51%
Existe señalamientos en el establecimiento	65	86	32.31%

* Departamento de inspecciones (Boston)

** Departamento de Bomberos de Boston

*** Laboratorios certificadores

Con el fin de mejorar la protección del medio ambiente a un menor costo para el gobierno y los negocios, el Departamento de Salud y Control Ambiental de Carolina del Sur (DHEC, por sus siglas en inglés) están obligando a los talleres de carrocería a auto-certificarse en la Oficina de la Calidad del Aire, dentro del programa denominado “Certification

Workbook & Pollution Prevention Guide for Autobody Repair Shops”, el cual consiste en el llenado de una guía que los ayuda a verificar si están cumpliendo con los requisitos de regulación ambiental, en calidad de aire que aplica para sus negocios[72].

1.6 Las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) y la sustentabilidad

Se considera una pequeña y mediana empresa (Pyme) aquella que tiene entre 0 y 10 trabajadores, independientemente de que el negocio se dedique a la industria, al comercio o los servicios. Las pequeñas y medianas empresas consideradas un motor de crecimiento económico y de empleo fundamental para el país ya que, de acuerdo a resultados del último censo económico del INEGI: de cada 100 empresas mexicanas, 96 son microempresas, Contribuyen con el 40.6% del empleo y aportan el 15% del PIB [73].

Desde el punto de vista económico, las Pyme representan un segmento fundamental en las economías de diversos países; la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) afirma que en sus países miembros las Pymes representan más del 95% de las empresas, generan dos terceras partes de los empleos y son fuente principal de nuevos empleos [74]

En países como Alemania, Japón, Italia y Taiwan, entre otros, han tratado de desarrollar sus pequeñas empresas utilizando compañías integradoras, con la participación del Estado como motor del desarrollo de dichas empresas, así como del principal promotor de su asociación, lo cual les ha permitido desarrollarse desde hace mucho tiempo. También, es común ver la figura de la subcontratación por el gobierno, con la finalidad de formar una red de pequeños proveedores para abastecer empresas privadas gigantes, o bien, la integración de cadenas productivas que permiten disminuir costos y obtener beneficios en común. Después de la década de 1970, la subcontratación recibió un gran impulso en los países industrializados, siendo tres los elementos fundamentales que han permitido el crecimiento de esta forma de trabajo: el nacionalismo, el desarrollo tecnológico y la puesta en práctica de apoyos gubernamentales [75].

La gestión ambiental ha sido considerada un concepto exclusivo de las grandes empresas, sin embargo, según el PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), en la actualidad, la carga de contaminación mundial es el resultado de las actividades cotidianas de las PYMES, que en algunos sectores comprende la mayor parte de la producción industrial. Un estudio del programa de Manejo Urbano y Ambiental en Chile, financiado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD, la División de Desarrollo Urbano del Banco Mundial y el Centro de Naciones Unidas para Asentamientos Humanos revela que las PYMES se encuentran dispersas en el corazón de los asentamientos urbanos y descargan numerosos contaminantes y residuos tóxicos que plantean riesgos inmediatos y un daño ambiental intolerable para los residentes urbanos [76].

En la actualidad, el medio ambiente tiene un protagonismo excepcional, de ahí que las empresas, consideradas como una de las principales fuentes de contaminación, se enfrenten al reto de gestionar la repercusión medioambiental de sus actividades. Las actuaciones empresariales que realicen en este sentido no han de limitarlas al estricto cumplimiento de la normativa cada vez más exigente, sino que han de proyectarlas hacia una mejora continua y razonable de su compromiso con el entorno, sobre todo si se considera que las PYMES, representan el 97% del tejido empresarial español y tener mayores dificultades para asumir sus responsabilidad medioambiental [77].

En los últimos años, la importancia del control de la contaminación y cumplimiento ambiental de las Pymes se ha reflejado en la agenda de diferentes organismos y países; por ejemplo, en la agenda 21 para el desarrollo sustentable se señala la necesidad de fomentar la utilización de sistemas limpios de producción con especial énfasis en las Pyme [78].

La tabla 1.12 muestra los resultados obtenidos en un estudio, realizado en la ciudad de Mexicali, Baja California, donde se muestra como la mayoría de las Pyme presentan un perfil de cumplimiento ambiental nulo; por otro, que existen distintos perfiles de contaminación entre las ramas participantes destacando tres ramas con un perfil de contaminación alto. Una de estas ramas refiere a las Pymes dedicadas a la reconstrucción de piezas de automóviles, que incluye el lavado de piezas con agua o solventes, desoldar la pieza, proceso de *sand blast*²,

pulido, barnizado, reconstrucción de piezas, pintura, lijado, entre otros. Las Pyme de esta rama generan emisiones al aire; aguas residuales con carga orgánica y partículas sólidas suspendidas descargadas al red de alcantarillado sin previo tratamiento y residuos peligrosos. El cumplimiento ambiental que presentaron en materia de autorización es nulo (autorización de impacto ambiental, registro de emisiones al aire, registro de aguas residuales), así como en el resto de los rubros aplicables (riesgo, emisiones, ruido, residuos peligrosos y no peligrosos), en síntesis esta rama presentó un Perfil de contaminación MUY ALTO y un Perfil de cumplimiento NULO [79].

Tabla 1.12 Perfil de contaminación y cumplimiento ambiental de las distintas ramas participantes en el Programa de Auditoría Ambiental (PAA)

Fuente: Denigri F., Peña (2011) Identificación de perfiles ambientales en las Pyme a través de la auditoría ambiental. Contaduría y Administración, Portal de revistas UNAM

Rama	Perfil Contaminación	Perfil de Cumplimiento	Empresas participantes (%)
Alimentos	MUY ALTO	BAJO	11
Remanufactura automotriz	MUY ALTO	NULO	11
Bebidas	MUY ALTO	NULO	2
Productos metálicos	ALTO	NULO	40
Suministro de gas	ALTO	NULO	2
Productos de cemento	ALTO	NULO	4
Imprenta	MEDIO	NULO	5
Química	MEDIO	NULO	2
Papel	MEDIO	NULO	2
Servicio Automotriz	MEDIO	NULO	7
Recicladora de residuos industriales	MEDIO	NULO	5
Madera	BAJO	BAJO	7
Recicladora metal	BAJO	NULO	2

Capítulo 2

Metodología

2.1 Desarrollo del Problema

La reparación de carrocerías automotrices es una industria que se caracteriza por utilizar químicos peligrosos para realizar sus actividades, razón por la cual ha sido ampliamente estudiada, principalmente porque los riesgos que se generan en sus operaciones pueden llegar a tener un efecto adverso en la salud de los trabajadores y el medio ambiente. En las operaciones y actividades de los talleres de carrocería se utilizan pinturas, lacas y *primers* que contienen varios compuestos químicos, específicamente, los denominados ISOCIANATOS, se consideran la primera causa de asma ocupacional[61].

Por otro lado, la exposición a sustancias químicas en las operaciones de una carrocería no solamente afecta la salud de los trabajadores, sino que también pueden afectar la salud de sus familiares y su ambiente, debido a las emisiones fugitivas de solventes, pinturas, polvos y residuos sólidos peligrosos.

Dentro de los enfoques de sustentabilidad, la *producción más limpia* estipula una estrategia ambiental preventiva para la producción industrial, que reduce los riesgos a la salud humana y al medio ambiente. El Programa para el Ambiente de Naciones Unidas (UNEP, en inglés) define el concepto como la aplicación continua de una estrategia integrada preventiva, de procesos, productos y servicios destinada al incremento de la eficiencia total y a la reducción de los riesgos –como dijimos antes– de la salud humana y el ambiente. La estrategia en los productos está enfocada a minimizar los impactos negativos que estos generan a lo largo de su ciclo de vida, es decir, desde el diseño hasta su disposición final y, por último, en servicios, incorporando cuidados ambientales en su diseño y entrega [80].

Este concepto no solo se refiere a fabricar productos de una forma limpia, también implica una visión holística, que considere desde su diseño, uso y disposición final los múltiples problemas que acarrea, tanto de tipo ecológico como ambiental.

Este nuevo enfoque ofrece medios que permiten a la sociedad dar reversa a la forma tradicional e insustentable de utilizar los materiales y la energía, promoviendo también el uso de energías y materiales renovables en el diseño, además de proponer la reducción en la utilización y fabricación de productos tóxicos que causen daños a la salud y al medio ambiente.

2.2 Planteamiento del problema

En países del primer mundo como Estados Unidos, Japón, Holanda, Australia, Alemania, el sector conformado por los talleres de carrocería está rigurosamente regulado, desarrollándose y adaptándose –por ende– en esta industria estrategias de *producción más limpia* tales como instalación de cabinas de pintado, cambio de productos por unos menos tóxicos, sistemas de recuperación de solventes, capacitación del personal, controles de inventario, reciclaje y un adecuado manejo y disposición final de residuos peligrosos, entre otras herramientas de sustentabilidad.

La FASE I de ésta investigación demostró que en el sistema conformado por los talleres de carrocería de la ciudad de Hermosillo, Sonora, se generan riesgos ocupacionales del tipo físicos, químicos, ergonómicos y otros riesgos (cortaduras y golpes) y de tipo ambiental, como contaminación de aire, suelo y agua. También permitió identificar oportunidades de aplicar estrategias de *producción más limpia*, razón por la cual se propone que a través de la realización de un Programa de Servicios Sustentables se coadyuve a prevenir, reducir o eliminar –o ambos– los riesgos ocupacionales y ambientales identificados, además de encaminar a las micro y pequeñas empresas que conforman el sector de las carrocerías a trabajar en el marco de un modelo de sistema de servicios sustentables. Esto se logró respetando la siguiente metodología.

2.3 Enfoque Metodológico

Con el fin de dar respuesta a las preguntas de investigación, el estudio utiliza dos técnicas de investigación: el *caso de estudio* y el *estudio correccional*. Si bien el *caso de*

estudio es nuestra herramienta fundamental de investigación, la segunda, se utiliza para complementar la generación del conocimiento.

La investigación progresa y obtiene sus datos y conclusiones desde un enfoque inductivo, estudiando tres casos (talleres de carrocería particulares) que aclaran, replantean el problema y postulan los mecanismos de un sistema de servicios más sustentables. La Teoría General de Sistemas, como complemento del método inductivo, nos servirá para integrar las diferentes funciones y relaciones que se establecen en los talleres de carrocerías, definiendo las variables independientes, sus interconexiones y el efecto que ejercen en otras variables; en resumen, el enfoque multidisciplinario del hecho cotidiano como visión enriquecedora.

2.4 Estado del Arte

Para elaborar el estado del arte se actualizó la información, ya obtenida en la FASE I, sobre los riesgos ocupacionales y ambientales generados por la utilización de sustancias que contienen isocianatos y otros químicos en la pequeña industria de pintado y reparación de automóviles. Asimismo, se recurrió a búsquedas en bases de datos tales como Medline, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y en Environmental Protection Agency (EPA). En el buscador de Google Académico se utilizaron palabras claves como "isocyanate", "hexamethylene diisocyanate", "automotive refinishing", "auto body shops", "SPRAY", "occupational health", "pollution prevention", "environmental policy", "risk reduction", "ELISA", "LgG", "allergy", "LgE", por citar algunos sinónimos. Gracias al apoyo del Sistema Bibliotecario de la Universidad de Sonora se tuvo acceso a las bases de datos ISI-Thomson; extendiéndose la consulta literaria a sitios tan disímiles como lo son las agencias reguladoras, las actas o memorias de conferencias y congresos, los documentos y reportes de organizaciones y agencias no gubernamentales y los periódicos y boletines de instituciones educativas.

Para efecto de cumplir con la meta referente a la revisión de la legislación en cuestión ambiental y ocupacional que rige el establecimiento y operación de los talleres de carrocería en el territorio mexicano, se recurrió a búsquedas en páginas oficiales del Congreso de la

Unión, Leyes, Reglamentos y Normas Federales; en lo correspondiente a las leyes estatales vigentes se consultó la página oficial del Congreso del Estado de Sonora. Para la normatividad y reglamentos del ayuntamiento de Hermosillo, la información se obtuvo de la página oficial del H. Ayuntamiento de Hermosillo.

En el buscador de Google Académico se utilizaron palabras claves como "competencias constitucionales", "ambiental", "ocupacional", "federal", "ámbito", "ayuntamiento" por citar algunos ejemplos. La consulta literaria también se realizó en agencias reguladoras, Actas de Cabildo, Diario Oficial de la Federación, Diario Oficial del Gobierno del Estado.

Por otra parte, con el fin de asegurar la calidad y veracidad del material seleccionado en fuentes secundarias, se le otorgó preferencia a aquella información proveniente de las páginas oficiales de los Congreso de la Unión, Congreso del Estado de Sonora y Ayuntamiento de Hermosillo.

Por último, con el propósito de asegurar que la revisión mostrara enfoques actuales, lo más importante y exacto posible, se examinó la literatura perteneciente a un lapso de diez años.

- Técnica de Campo-Caso de Estudio

La técnica de investigación principal en la presente investigación es un caso de estudio en tres pequeños talleres de carrocías localizados en la ciudad de Hermosillo. Durante su desarrollo se estudió intensivamente el progreso hacia la sustentabilidad de los establecimientos, derivado de la puesta en operación de un programa de servicios sustentables.

Para el diseño del Programa de Servicios Sustentables se tomaron en cuenta los siguientes elementos:

- a) Programas de *producción más limpia* puestos a punto y operados en talleres de carrocía. Para ello se analizaron programas de *producción más limpia* aplicados y operados en otros países, principalmente en Estados Unidos, con el objetivo de

identificar aquellas técnicas que han sido exitosas, pero sobre todo factibles de serlo aquí, en un entorno cultural muy diferente.

- b) Oportunidades de aplicar técnicas de *producción más limpia*. Durante la FASE I de la investigación se detectaron oportunidades de poner en práctica técnicas de *producción más limpia* en las carrocerías hermosillenes.
- c) Legislación Ambiental y Ocupacional. Se revisó el marco legal que regula a la industria de las carrocerías, con énfasis en aquellas regulaciones aplicables a los pequeños talleres de carrocería.

2.5 Selección de la Información

Para asegurar la calidad y certeza del material seleccionado se utilizaron fuentes de información primarias y secundarias (documentos basados en fuentes primarias que implican un tratamiento particular: análisis, síntesis, interpretación o evaluación). Aquí se le otorgó preferencia a aquella información proveniente de revistas arbitradas y libros. Para el acceso a las bases de datos de donde provino la información se utilizó el Sistema Bibliotecario Institucional de la Universidad de Sonora y la World Wide Web de Internet.

Otra fuente de información utilizada fueron los propios talleres de carrocería al momento de la implementación del programa de servicios sustentables, en la cual participaron el dueño del taller y los trabajadores, quienes siempre avalaron que toda la información generada se apegara a la realidad de las operaciones y actividades realizadas.

2.6 Selección de los sujetos de estudio

La selección de las carrocerías participantes fue del tipo determinístico, siendo el criterio de selección principal la disponibilidad de los dueños a permitir el acceso al local y la no restricción de la divulgación del conocimiento generado. Fueron tres los talleres que cumplieron de manera satisfactoria con el criterio de selección y sus dueños otorgaron su

consentimiento por escrito, el cual cumple con el protocolo del Comité Institucional de la Universidad de Sonora, para estudios donde se involucran empresas y personas.

2.7 Instrumentos

2.7.1 Caso de Estudio. La instrumentación, puesta a punto y operación del Programa de Servicios Sustentables en tres talleres de carrocería, sirvió como laboratorio para evaluar las distintas etapas del programa y realizar un análisis crítico del problema asociado. Utilizando la metodología de ESTUDIO DE UN CASO se dio seguimiento a cada una de las etapas y componentes del esquema, prestando atención a las barreras, dificultades y deficiencias observadas, con el fin de comparar lo realizado con lo planeado y dimensionar la eficiencia y eficacia del proceso propuesto, para que los talleres de carrocería transiten hacia estilos de producción más sustentables.

El ESTUDIO DE UN CASO tiene carácter explicativo y descriptivo porque se considera no solo el sistema, sino también el contexto pasado y el contexto tendencial en los cuales se está llevando a cabo.

La implementación del Programa de Servicios Sustentables, radicó en poner en operación las cinco etapas que lo conforman:

- a) Consentimiento de los dueños. Que consiste en que los dueños del establecimiento otorguen por escrito el consentimiento para la implementación del programa. También, en esta etapa se definen la misión y política de sustentabilidad del establecimiento.
- b) Planificación. Esta etapa contempla desde la preparación de los equipos de trabajo, la elaboración de diagnóstico, el establecimiento de objetivos y metas, la propuesta de opciones de sustentabilidad hasta la elaboración de un plan de servicios sustentables.
- c) Implementación y Monitoreo. Es aquí donde se procede a implementar las opciones elegidas por el equipo de trabajo y monitorear su eficacia a través de los indicadores de sustentabilidad.
- d) Evaluación. El equipo de sustentabilidad evalúa los indicadores de sustentabilidad y determina si los datos obtenidos concuerdan con los objetivos y metas del programa.

- e) Adaptaciones y mejoras. En este punto donde los resultados que se obtuvieron en la evaluación, se utilizaron para llevar a cabo la retroalimentación y garantizar la permanencia y mejora del programa.

A lo largo del diseño, aplicación y puesta en operación del caso de estudio se utilizaron diferentes instrumentos de recolección de información, los cuales se enlistan a continuación, de acuerdo con la etapa en que fueron requeridos en el programa de servicios sustentables:

- a) *Tabla de técnicas y herramientas exitosas de producción más limpia (diseño propio).* Esta tabla consiste en una compilación de las técnicas aplicadas en otras latitudes para promover las sustentabilidad en las carrocerías.
- b) *Tabla de marco legislativo (diseño propio).* En esta se hace una recopilación resultante del análisis del marco legislativo ocupacional y ambiental que regula la actividad económica de las carrocerías.
- c) *Encuesta de conocimiento de la legislación (diseño propio).* Este instrumento tiene como propósito revelar el conocimiento que existe, por parte de los dueños, de la legislación ocupacional y ambiental que aplica a sus establecimientos. Consta de una lista de leyes, reglamentos y normas contenidas en la tabla de marco legislativo, respondiéndose con un SÍ o un NO sobre si se conoce o no la normatividad cuestionada. (Anexos 1 y 2). La información generada en estos formatos e indicadores es fuente fundamental para la construcción del caso de estudio.
- d) *Escala de Conducta Ecológica de Kaiser (1998).* Este instrumento está diseñado para estudiar comportamientos como ahorro de agua, elaboración de composta, ahorro de energía, disminución del uso de automóvil, ahorro de combustible, lectura de temas ambientales, persuasión pro-ecológica, utilizándose para el autorreporte del comportamiento, es decir, el informe que dan las personas acerca de lo que han hecho en un determinado tiempo. El instrumento utilizado en este estudio es una versión reducida del original y consta de 16 reactivos, los cuales se contestan utilizando la siguiente escala. 0 = "Nunca", 1 = "Casi Nunca", 2 = "Casi Siempre" y 3 = "Siempre".

El rango de evaluación de 0 a 13 puntos significa que la persona carece de conducta ecológica; de 13 a 25, que tiende hacia una conducta ecológica y de 26 a 29 puntos, demuestra una conducta ecológica aceptable (Anexo 3).

- e) *Reactivos del Paradigma de la Interdependencia Humana.* Este instrumento desarrollado por Corral, Cortez y Pesqueira consta de 9 reactivos que combinan postulados ecocéntricos con otros antropocéntricos, así como enunciados de interdependencia presente-futuro. Las respuestas van desde "Completamente de Acuerdo" hasta "Completamente en Desacuerdo", graduándose con dos respuestas intermedias posibles: "En parte de Acuerdo" y "En parte en Desacuerdo" (Anexo 4).
- f) *NOM-11-STPS-2001, referente a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.* Para llevar a cabo las mediciones se utilizó un sonómetro digital marca TES modelo 1352 A, que permite lecturas de entre 30 DB y 130 DB, almacenando directamente los datos en la memoria de la computadora. Todas las mediciones se hicieron tomando en cuenta los procedimientos que se indican en la norma. Se llevó a cabo un reconocimiento del área con el objetivo de identificar las zonas de trabajo donde se produce ruido, cuestionándose también sobre programas de mantenimiento de equipo generadores de ruido. Se fijó el criterio de evaluación del nivel de ruido en condiciones normales de operación, ubicándose el un punto de medición y definiendo si era de naturaleza inestable, al ser producido solo cuando se llevan a cabo las tareas de reparación de la carrocería o de su pintado.

Conforme con el método de evaluación de ruido inestable, se efectuaron mediciones durante cinco periodos de observación, durando cada uno de ellos cinco minutos como máximo, de forma tal que se registraron 25 lecturas como mínimo. Se usó la respuesta dinámica "RÁPIDA" del sonómetro.

- g) *Método de evaluación de riesgos ergonómicos OWAS (Ovako Working Posture Analisis System).* Este método el cual asigna cuatro dígitos a cada postura observada en la función de la posición de la espalda, los brazos, las piernas y la carga soportada,

configurándose a partir de ello un código de identificación o "código de postura". Este método ha sido validado para identificar posturas en los puestos que pueden acarrear problemas de salud al trabajador, facilitándose la evaluación mediante fotografías o videos tomados durante la jornada laboral. La evaluación se hizo por estación de trabajo, haciendo énfasis en las operaciones donde se presentaron riesgos ergonómicos (Anexo 5).

- h) *Termómetro ambiental marca Honeywell Modelo TM001.* Cuenta con unidades de medición en grados Celcius (°C) y grados Fahrenheit (°F) y un alcance de 100 °C y 120 °F. Con él se registró la temperatura ambiente, que obviamente varía de acuerdo con las condiciones climáticas imperantes.
- i) *Método de tubos colorimétricos.* Consistió en utilizar unos tubos de prueba que detectan la presencia de químicos en el ambiente.
- j) *Hojas de Seguridad.* Se consultaron las hojas de seguridad de los productos químicos utilizados en las actividades de los talleres participantes en el caso de estudio.
- k) *Cuestionario para vecinos de las carrocerías.* Este instrumento tiene como objetivo explorar la posibilidad de exposición a solventes, isocianatos y otros químicos peligrosos, derivado de las actividades desarrolladas en un taller de carrocería aledaño, o bien, observar si existe alguna evidencia de síntomas/daño en subgrupos susceptibles a las exposiciones. El cuestionario se aplicó a los vecinos de las carrocerías que viven a un lado de ella o cuando mucho a cien metros de distancia (Anexo 6).
- l) *Encuesta para proveedores de las carrocerías.* Fue diseñada por miembros de la Facultad de la Universidad de Lowell Massachusetts y de la Universidad de Sonora, para identificar el rol de los proveedores de pinturas en el sistema. La información fue recabada en conjunto con los administradores de los negocios y contempla tópicos sobre condiciones de seguridad, permisos, ventas, etc. (Anexo 7).

2.7.2 Técnica Correlacional. Una vez que el programa de servicios sustentable sea validado en el campo, será necesario integrar el prototipo de carrocería más sustentable al sistema actual, en el que se identifican patrones de operación insustentables. Dado que este requerimiento es mucho más complejo, resulta indispensable el involucramiento de otros grupos de interés de la sociedad. El gobierno es uno de los más importantes en este trato; sin embargo, tradicionalmente las agencias gubernamentales no actúan en contra de la actividad económica, a menos que exista una prueba determinante e irrefutable que los obligue a hacerlo, razón por la cual esta fase de la investigación también se enfocó a determinar el grado de correlación entre los síntomas de salud que presenten los trabajadores y la exposición a los isocianatos.

Selección de los Sujetos de Estudio. Se obtuvo una muestra aleatoria de las 41 carrocerías participantes de la FASE I, obteniéndose una muestra de 18 carroceros, pero como el protocolo de investigación del Cuerpo Académico de Biología, quienes apoyan con los análisis de las muestras sanguíneas, requería un total de 30, se optó por realizar visitas a las ya conocidas 41 carrocerías para conseguir el resto de pintores requeridos.

Protocolo experimental. Para la toma de muestras de sangre se procedió a visitar los talleres, en dos ocasiones, una con el propósito de informarle al dueño y trabajadores de las carrocerías el objetivo de tomar la muestra de sangre y la siguiente visita, en caso de aceptar participar, para obtener la muestra. Para tal efecto se contó con el apoyo de personal del Laboratorio de Análisis Clínicos y de Investigación de la Universidad de Sonora (LACIUS). A cada uno de los carroceros que participaron en esta fase se les volvió a aplicar la encuesta de salud, instrumento utilizado en la primera fase de la investigación, con el objetivo de corroborar si mostraban los síntomas de enfermedad relacionados con la exposición a los químicos que utilizan, y cotejar con los resultados de los análisis clínicos. Además, cada uno de los carroceros firmó un consentimiento formal para participar en el estudio, respetándose así el protocolo establecido por la Universidad de Sonora en este tipo de estudios.

Asimismo, continuando con el protocolo definido por los miembros del Cuerpo Académico de Biología y Bioquímica, también se obtuvieron muestras de sangre de "testigos",

denominándose así a quienes posean características (edad, sexo, complexión, etc.) parecidas a los sujetos de estudio, en este caso los carroceros, pero que no tengan ninguna relación con el tipo de trabajo que ellos desempeñan, esto se hace con el fin de tener una referencia fija, los testigos, y descartar o aceptar datos concluyentes emanados de las muestras analizadas.

La prueba ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Asssay), traducida como Ensayo Inmuno Enzimático Absorbente, es un examen de laboratorio comúnmente utilizado para detectar anticuerpos específicos en la sangre. El protocolo de detección de anticuerpos específico a los isocianatos MDI, HDI y TDI, lo llevaron a cabo los miembros del Cuerpo Académico de Biología y Bioquímica Celular del Departamento de Químico Biólogo de la Universidad de Sonora, consistiendo en colocar en un tubo de ensaye albúmina humana, añadiéndosele reactivos a los isocianatos correspondientes al estudio. Si en la sangre existe el anticuerpo (al isocianato) específico IgE, el isocianato lo reconocerá y se adherirá también a la albúmina. También se utiliza un reactivo secundario, comúnmente un anticuerpo acoplado a la peroxidasa, el cual indicará la presencia del compuesto buscado, a través de un cambio de color.

Este procedimiento se repite con cada uno de los tipos de isocianatos, ya que la exposición puede ser a cualquiera de ellos.

2.8 Análisis e Interpretación de Resultados

Para efectos del análisis de datos se recurrió al uso de tablas comparativas, en el caso de las técnicas de *producción más limpia*, nivel de conocimiento de la legislación, encuesta a proveedores, vecinos.

La información que se genere durante el trabajo de campo a través de los formatos operativos serán procesados en una base de datos y en un hoja de cálculo.

La interpretación de los resultados de las pruebas toxicológicas fueron realizados por personal experto perteneciente al Cuerpo Académico de Biología y Bioquímica Celular de la Universidad de Sonora.

Capítulo 3

Sistema de Servicios Sustentables

El presente capítulo muestra las áreas de oportunidad identificadas en la ciudad de Hermosillo para aplicar técnicas de producción más limpia; hace además un análisis de la legislación desde el punto de vista de los dueños de los talleres de carrocería, así como del modelo propuesto de un Programa de Servicios Sustentables (PSS) que lleve al sistema conformado por los pequeños talleres de restauración y pintado de automóviles a operar bajo un Sistema de Servicios Sustentables (SSS).

3.1. Oportunidades de producción más limpia

Las áreas de oportunidades detectadas, representaron la base para la propuesta y desarrollo de un programa de servicios sustentables para las carrocerías en la ciudad de Hermosillo, que contempla reducir o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales generados por sus actividades, mismas que se enlistan a continuación:

Apoyo de la Administración. El apoyo y compromiso de la administración resulta esencial para el desarrollo de un programa de producción más limpia. Cada organización debe adoptar su propio programa general de prevención de la contaminación. También se debe desarrollar un plan de implementación para cada una de las unidades, revisando y actualizando periódicamente el programa para que refleje las condiciones que hayan cambiado [81][82].

El 100% de los participantes en la fase precedente de este estudio, aseguraron estar dispuestos a participar en un programa de asesoramiento sobre prácticas de seguridad ocupacional y prevención de la contaminación, sobre todo porque algunos propietarios de los talleres de carrocería visitados externaron su preocupación sobre la presencia de la autoridad ambiental u ocupacional, como la Procuraduría Federal del Ambiente (PROFEPA), Coordinación de Desarrollo Urbano y Ecología (CIDUE), Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), entre otros, quienes tiene la facultad de amonestarlos, gravarlos y hasta clausurarles el establecimiento, situación que repercutiría directamente en el sustento de

familias enteras. Algunos de ellos aseguran desconocer tales requerimientos, por lo que están dispuestos aceptar la orientación o asesoría para cumplirla.

Considerando que el éxito de la implementación de un programa de esta naturaleza depende del apoyo e interés de la administración, el hecho de que el 100% de los participantes en el estudio estén de acuerdo en participar, representa la mejor y mayor oportunidad para promover la aplicación de prácticas más limpias en las carrocerías hermosillenses.

Control de Inventario. El inventario de productos y materiales en los establecimientos estudiados es muy escaso, debido a que trabajan de acuerdo con los requerimientos del cliente y las necesidades más urgentes; sin embargo, son suficientes para ocasionar accidentes mayores, como un incendio, o bien que alguien ingiera involuntariamente alguno de estos productos al no contar con un sitio específico y adecuado de almacenamiento, así como un ordenamiento sistemático que les permita un manejo eficiente de existencias.

Además, no existe un registro de la cantidad de productos que se compran, que se usan, mucho menos de la cantidad de desperdicio que se genera. Como en todo proceso, las operaciones llevadas a cabo requieren de un suministro continuo de materiales que debe resolverse en cada fase que lo integran. Las compras y la distribución son esenciales en una buena administración de materiales. En un efectivo programa de producción más limpia, es importante establecer controles más rígidos sobre las clases y tipos de materiales que pueden adquirirse, por ejemplo: prohibir o reducir las compras de sustancias químicas o materiales que presenten ciertos efectos sobre la salud o el medio ambiente; exigir información detallada a los proveedores con respecto al contenido químico de las mezclas y los riesgos potenciales que éstas representan; controlar las compras para verificar la necesidad del material y buscar posibles sustitutos que sean menos tóxicos [83].

Un control de inventario puede hacerse más efectivo a través de los siguientes pasos: establecer un almacén central y políticas que indiquen que sólo podrá solicitarse la cantidad de material a utilizar; definir qué hacer con las porciones pequeñas no utilizadas, y reducir la cantidad del área de almacenamiento, a fin de desalentar la acumulación [84].

Etiquetado de Productos. La mayoría de las pinturas y solventes son adquiridas en envases de plástico cuya capacidad fluctúa entre 250 ml. y un litro. El etiquetado de estos envases no es el idóneo, considerando que el contenido es tóxico y se requiere contar con información sobre su manejo y el riesgo a la salud derivado de su uso. En el mejor de los casos, la etiqueta de los envases de pintura consiste en una calcomanía que tiene el nombre y dirección del proveedor, ya que también se observaron contenedores que únicamente tenían el nombre del contenido escrito con un marcador. En cuanto al thinner (el solvente más utilizado), la calcomanía consiste en una "calavera" como aviso de peligro. También se utilizan productos debidamente etiquetados, sobre todo en el caso de las compras en mayoreo y de productos como el *primer*, el *bondo* y el *transparente* y, a decir de los proveedores, esa etiqueta es la "Hoja de Seguridad" que ellos entregan y cuya consulta se vuelve difícil, ya que regularmente los envases se encuentran esparcidos por toda el área de trabajo, situación que provoca que se manchen debido a las condiciones de suciedad que impera (restos de pintura, comida, polvo, grasa, etc.)

Para efectos de aplicar el enfoque de Producción más limpia, es importante llevar un adecuado y eficaz sistema de etiquetado que permita tener un control de las fechas de caducidad, instrucciones de uso; pero, sobre todo, que evite mezclar los productos químicos susceptibles de reaccionar y provocar accidentes y que reduzca a un mínimo la probabilidad de riesgos a la salud de los trabajadores o de la comunidad [43].

Plan de Contingencias. La mayoría de los talleres de carrocería no cuentan con los señalamientos mínimos de seguridad, mucho menos con un plan de contingencia por escrito. Las hojas de seguridad (HDS) de los productos que utilizan no se encuentran disponibles en el establecimiento y tampoco cuentan con un área de lavado de rostro y manos en caso de accidente.

En un programa de Producción más limpia se contempla por escrito la planificación de acciones a realizar en caso de emergencias, así como el tener equipo de seguridad y de primeros auxilios disponibles en el negocio, lo cual contribuye a reducir el impacto de un derrame, accidente o explosión que pudiera suceder.

Los requerimientos mínimos deseables de un plan de emergencia son el teléfono, los extintores, un botiquín de primeros auxilios, un lavamanos, entre otros. Los empleados deben estar capacitados para saber qué hacer en caso de una contingencia, para lo cual deben contar con un lugar visible en el que se puedan consultar los números telefónicos de emergencia (hospital, bomberos, protección civil, policía, etc.) [66].

Manejo de Residuos. Es muy común observar que los envases que contienen residuos peligrosos como pintura, estopas, solventes, primer, bondo, sean mezclados con la basura ordinaria para que sean recogidos por los recolectores del municipio.

Un programa de Producción más limpia especifica que los residuos peligrosos deben siempre identificarse con una leyenda que diga precisamente "RESIDUOS PELIGROSOS", confinándolos en un área señalada con la misma leyenda. Además, cada recipiente debe especificar qué tipo de residuos contiene, por ejemplo: solvente, pintura, primer, bondo, etc., para no mezclar químicos que puedan reaccionar violentamente. Los residuos peligrosos por ningún motivo deben arrojarse y mezclarse con la basura que genera la población en general, por lo que se debe contar con una compañía especializada que los recoja y se encargue de darles el tratamiento y confinamiento adecuado.

Con el fin de no acumular residuos peligrosos, se debe marcar cada contenedor con la fecha en que inició su almacenamiento, llevando un control simultáneo y en conjunto con la compañía responsable de recolectarlos [84].

Los talleres de carrocería también generan otro tipo de residuos sólidos como metal, vidrio, hule, tableros, llantas, entre otros; provenientes de los automóviles en reparación, residuos que se encuentran por lo general acumulados en el taller, generando suciedad, fauna nociva, y reduciendo el espacio.

Muchos de estos materiales pueden ser reusados o reciclados a través de algún negocio dedicado a estas actividades, beneficiándose así la limpieza, recuperándose un espacio valioso

y reduciéndose la contaminación, y todo ello puede incluso generar un ingreso económico [43].

Capacitación. Los carroceros requieren capacitación que les haga ver, entender y prever los riesgos que generan y a los que ellos mismos se exponen, preparándolos para que tomen acciones exitosas que los eliminen o al menos los reduzcan a mínimos tolerables.

Involucrar a las autoridades locales, organizaciones no gubernamentales e instituciones educativas en programas de entrenamiento para los trabajadores que pertenecen a la microindustria, en tópicos de Prevención de la contaminación y Producción más limpia es una buena estrategia para capacitar a los empleados [81].

Un efectivo programa de capacitación debe contemplar no sólo el entrenamiento que identifique residuos peligrosos, sino también cómo manejarlos en situaciones normales y en casos de emergencia; al igual que en el control de inventarios, un registro pormenorizado de los cursos permitirá actualizar a los empleados de recién ingreso, abarcar otros tópicos y los temas más modernos y novedosos, así como reforzar la capacitación general recibida. También deberá incluirse capacitación sobre mejora de las técnicas de pintado, preparación de materiales, lijado, aplicación de materiales, etc. [66]

Mejoramiento de Operaciones. Un programa de Producción más limpia considera que ésta se logra a través de mejorar las operaciones y métodos que conforman el proceso y ofreciendo un efectivo mantenimiento a los equipos; también modificando o aplicando técnicas de mejoramiento a los equipos y métodos existentes; por ejemplo, inspeccionando productos y procesos o bien colocando dispositivos de control [85].

En las diferentes operaciones que conforman el proceso de la restauración y pintado de un automóvil se detectaron acciones que ponen en riesgo la salud del trabajador y el medio ambiente:

El lijado de piezas se realiza sin protección personal. Generalmente, el lijado en los talleres de carrocería hermosillenses se realiza sin medios mecánicos y únicamente se utiliza

agua para mitigar el polvo. Cuando la operación de lijado se efectúa en seco se debe emplear un colector de polvo, para evitar que éste traspase hacia los vecinos. En lo posible se debe usar una lijadora que tenga un depósito que colecte los residuos. El operador debe usar protección como overol, guantes, lentes y máscara con respirador para reducir la exposición; asimismo, se recomienda que la operación de lijado se aisle del resto de las operaciones [66].

Limpieza de pistola de pintado. El método de limpieza de equipo deja mucho que desear, debido a que se efectúa sin protección y utilizando thinner como limpiador; la operación consiste en cargar el depósito de la pistola con este líquido y rociarlo al aire hasta que salga limpio. La operación de limpiado, se realiza varias veces durante el proceso, ya que cada vez que se va cambiar del químico a rociar, se limpia la pistola con thinner.

Como una estrategia más limpia se recomienda utilizar un limpiador automatizado para la pistola, lo cual ahorra dinero y reduce el riesgo a la salud y al ambiente. Este tipo de aparato optimiza el uso de solventes y reduce la cantidad de desechos, evitando además que el trabajador tenga contacto directo con el solvente [86].

La limpieza de la pistola de pintar se hace con solvente por lo que se recomienda hacerla desarmándola y colocando las partes en un sistema cerrado de limpieza, siempre se debe utilizar equipo de protección como máscara y guantes [30].

Mezclado de materiales. La operación de mezclado de materiales previo al proceso de pintado, se realiza en lugares que no son adecuados; por lo regular al aire libre y sin protección. En esta operación se utilizan químicos que en su manipulación y mezclado representan un riesgo para la salud y el medio ambiente.

Lo apropiado es mezclar o preparar los materiales en un cuarto separado que cuente con un adecuado sistema de ventilación. Los contenedores deben estar bien cerrados y etiquetados correctamente; el trabajador encargado debe portar guantes de nitrilo, lentes y máscara con respirador [87].

Aplicación de materiales. En la mayoría de los casos investigados, la aplicación de materiales a través del rociado se realiza sin equipo de protección personal; el equipo de protección personal se refiere a todos aquellos elementos que utiliza un trabajador, con el fin de disminuir o evitar lesiones o pérdidas de salud susceptibles de ser originadas por los accidentes y por la exposiciones a sufrir enfermedades de origen ocupacional [88].

En los extraordinarios casos en que se utiliza el equipo recomendado, éste muestra signos de no recibir mantenimiento; peor aún, generalmente la aplicación de los materiales se realiza en una cabina improvisada o a cielo abierto.

La “*Environmental Compliance and Pollution Prevention Guide for Vehicle Maintenance Shops*” emitido por Departamento de Conservación del Medio Ambiente del Estado de New York en 1998, sugiere que para mejorar el proceso de aplicación de materiales es importante mezclar sólo la cantidad de pinturas y capas que se requieran. Asimismo, se recomienda utilizar pistolas de rocío de Alto Volumen y Baja Presión (HLVP). Este equipo transfiere pintura mucho más eficazmente que las pistolas convencionales, lo que significa que tendrá que mezclarse y usarse menos pintura. En algunas áreas de Estados Unidos es por ley utilizar este tipo de pistola [89].

El empleo de este tipo de equipo reduce las exposiciones a las que se somete el trabajador, así como las emisiones de contaminantes al aire [61].

Como se pudo constatar, es notoria la falta de mantenimiento del equipo de protección personal; lo delata la condición de los filtros de las máscaras. En el caso de las dos cabinas de pintado que se encontraron, el estado de los filtros manifiesta una ausencia absoluta de mantenimiento.

Una apropiada ventilación es vital para proporcionar un ambiente de trabajo seguro, sobre todo durante las operaciones de mezclado, pintado y limpieza de equipo. Sin embargo, contar con un eficiente equipo de ventilación no es suficiente, si no se cuenta a la vez con un

adecuado programa de mantenimiento que contemple la realización de pruebas a los filtros, así como su sustitución periódica [44].

3.2. Revisión de la legislación ambiental y ocupacional aplicable a los talleres de carrocería en México

Como parte de la investigación se realizó un sondeo entre los dueños de las carrocerías del nivel de conocimiento sobre la existencia de las leyes, reglamentos y normas analizadas en la sección 1.2 de este documento, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 3.1 para el área ambiental, y en la tabla 3.2 se muestran los resultados para el área ocupacional.

Tabla 3.1 Nivel de conocimiento de la existencia de leyes, reglamentos y normas aplicables en el ámbito ambiental

Leyes, reglamentos y normas por ámbito	Porcentaje de conocimiento de su existencia
LEYES FEDERALES	
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente	17%
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	0%
Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente (LGEEPA) en materia del Evaluación del Impacto Ambiental	0%
Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente (LGEEPA) en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica	0%
Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Ruido	0%
NOM-002-ECOL-1996 Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las descargas de Aguas Residuales a los Sistemas de Alcantarillado Urbano o Municipal	0%
NOM-052-SEMARNAT-2005, Características de los Residuos peligrosos, el procedimiento de Identificación, Clasificación y los listados de los Residuos Peligrosos	0%
NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.	0%
ESTATAL	
Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al medio Ambiente del Estado de Sonora	0%
MUNICIPAL	
Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición final de residuos sólidos en el municipio de Hermosillo.	10%

La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SEMARNAT) y la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) son las Secretarías federales responsables de vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental y ocupacional, respectivamente.

Tabla 3.2 Nivel de conocimiento de la existencia de leyes, reglamentos y normas aplicables en el ámbito ocupacional

Leyes y Reglamentos y Normas por Ámbito	Porcentaje de conocimiento de su existencia
LEYES FEDERALES	
Ley Federal del Trabajo	100%
Ley General de Salud	0%
Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo	0%
NOM-002-STPS-2000. Condiciones de Seguridad-Prevención, Protección y Combate de Incendios en los Centros de Trabajo.	0%
NOM-005-STPS-1998. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo para el Manejo Transporte y Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas	0%
NOM-006-STPS-2000. Manejo y Almacenamiento de Materiales- Condiciones y Procedimientos de Seguridad.	0%
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	0%
NOM-011-STPS-2001. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se genere ruido.	0%
NOM-015-STPS-2001. Condiciones Térmicas Elevadas o Abatidas, condiciones de Seguridad e Higiene.	0%
ESTATAL	
Ley que Reglamenta las funciones y actividades de la Dirección General de Trabajo y Previsión Social	0%

Destaca en ambas tablas el bajo nivel de conocimiento sobre la existencia de regulaciones aplicables a sus negocios, es muy importante aclarar que el sondeo no fue dirigido hacia el contenido ni la aplicación de la legislación.

Bajo una perspectiva de sustentabilidad, los enfoques ambiental y ocupacional están integrados con el fin de eliminar y/o reducir los riesgos a la salud y al medio ambiente; sin embargo, en la práctica ambos enfoques son legislados por agencias independientes y con nula coordinación. La STPS es la responsable de vigilar el cumplimiento de las leyes, reglamentos

y normatividad dentro de la empresa, y a la SEMARNAT le corresponde de los límites de la empresa hacia afuera. Por lo tanto, el enfoque predominante en la ley sigue siendo el de control; el cual pretende controlar la contaminación cuando los procesos y productos ya han sido desarrollados y los problemas se presentan, ya sea a través de filtros, tratamientos de desechos, etc.

Esto a pesar que en el discurso legislativo moderno se enfatiza en la prevención, como se manifiesta en algunos de sus estatutos y artículos.

Dentro de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente se establecen las facultades para cada uno de los gobiernos; sin embargo, resulta difícil definir hasta dónde se marca la competencia de cada uno de ellos, esto derivado de que en la ley no se hace referencia clara ni explícita de a quién, a quiénes y por quién deberá ser legislada de manera directa. Por ejemplo, en su artículo 5, establece “Es facultad de la Federación la aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal; la misma Ley establece las facultades del Estado en el artículo 7. La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción estatal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación”.

El artículo 8 de la misma Ley marca la facultad de los municipios: “La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia y la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación o a los Estados”. Cabe destacar que para cada uno de los niveles marca la atribución de formular, conducir y evaluar la política ambiental, dependiendo del nivel de gobierno.

El ejemplo anterior sirve para ejemplificar lo difícil que resulta definir en materia ambiental la competencia para cada nivel de gobierno; ni qué decir de las atribuciones que se otorgan a las instancias encargadas de inspeccionar y vigilar el cumplimiento de leyes, reglamentos y normas.

Una implicación fuerte que se deriva de esta complejidad legislativa es la falta de vigilancia a esta industria y, por lo tanto, la ineficiencia de este instrumento para llevar a cabo la política ambiental en los tres niveles de gobierno.

Por otro lado, los resultados obtenidos con el sondeo sobre el nivel de conocimiento, indican de manera contundente que existe un gran desconocimiento sobre el tema; si bien es cierto que los encuestados aceptaron conocer que existen leyes y reglamentos en estas materias, también lo es el desconocimiento evidenciado, principalmente de los reglamentos y las normas oficiales que se deben de cumplir en la operación de un taller con las características de uno de carrocería, donde se utilizan pinturas, solventes y otros químicos que representan un riesgo para la salud del trabajador y, probablemente, en su disposición final, un riesgo ambiental. La mezcla de poca vigilancia más desconocimiento ha dado por resultado los patrones de insustentabilidad existentes en esta pequeña industria.

Por último, volviendo al enfoque de sustentabilidad planteado, es importante buscar la integración de ambas leyes, para que desde el marco regulatorio aplicable se fomente la participación y educación de este sector en la utilización de prácticas que le permitan contribuir a proteger tanto la salud de sus trabajadores como la del medio ambiente, extendiendo los beneficios a la comunidad que los rodea.

En el análisis legislativo realizado se detectó lo difícil que resulta, no sólo por la falta de integración, sino que la reglamentación y legislación existente da la impresión de que está hecha sólo para los grandes generadores y se desatienden a los microgeneradores. La ley los menciona, pero en la realidad se detectó que no son supervisados, mucho menos orientados. Fue con la aplicación del cuestionario para conocer la noción que sobre legislación y reglamentación tienen los dueños de las carrocerías, que se manifestó la falta de conocimiento sobre normatividad, al mencionarles aquellas que por su operatividad, mínimamente deben conocer. De acuerdo a la legislación, la normatividad aplicable a las carrocerías en material ambiental son las NOM-002-ECOL-1996, NOM-052-SEMARNAT-2005 y la NOM-081-SEMARNAT-1994, las cuales tienen su origen en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y las normas NOM-005-STPS-1998, NOM-006-STPS-

2000, NOM-010-STPS-1999, NOM-011-STPS-2001 y NOM-015-STPS-2001 de la Ley Federal del trabajo (LFT).

De ese desconocimiento nace la importancia de informar a los dueños y trabajadores sobre la legislación aplicable a sus negocios, lo cual trae como consecuencia el incumplimiento de esa normatividad. Por otro lado, el informarles sobre las regulaciones existentes y aplicables a sus negocios les permitirá proteger al trabajador y al medio ambiente a la vez que cumplen con las disposiciones y se evitan problemas legales.

3.3 Sistema de Servicios Sustentables para el sector de las carrocerías

Un Sistema de Servicios Sustentables para los talleres de carrocería se propone como "aquel donde se ofrecen servicios de reparación de daños o desperfectos en la carrocería de un automóvil y en sus accesorios, a través de procesos y operaciones que integren la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores, a la vez que ofrezca beneficios a la comunidad y garantice la obtención de ganancias económicas". Es claro que el éxito del modelo dependerá en gran medida del compromiso y participación del gobierno, de los proveedores, de las cámaras de comercio, de las instituciones de educación superior, de los centros de investigación y de la sociedad en general (ver figura 3.1)

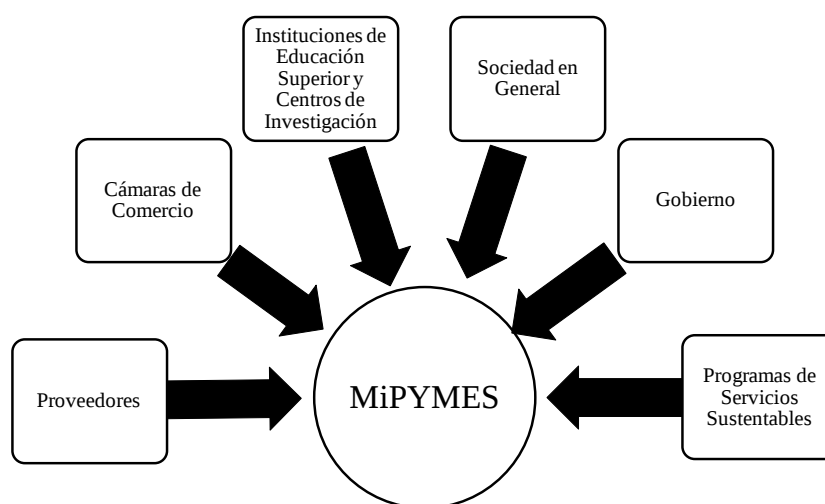


Figura 3.1 Sistema de Servicios Sustentables para el sector de los talleres de carrocería
Fuente: Zavala A., Velázquez, L., Programa de Servicios Sustentables para los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, Epistemus (2011)

El gobierno y sus representantes deben ser los primeros interesados en promover acciones encaminadas a reducir o eliminar los riesgos a la salud y el medio ambiente. Es importante involucrar y apoyar a los llamados micro generadores o pequeños generadores, para que participen en prácticas enfocadas a reducir la contaminación que en conjunto generan, así como los riesgos ocupacionales a los cuales se exponen los trabajadores de estos establecimientos. Asimismo, deben diseñarse y apoyarse programas que abarquen a los sectores que conforman este tipo de productores, informándoles de cerca (acerca de) los beneficios que lograría ponerlos en operación como:

- Los proveedores por lo general representan grandes compañías transnacionales que cuentan con políticas bien establecidas sobre la protección al medio ambiente.
- Las cámaras de comercio que busquen agremiar a los talleres de carrocería y distribuidores de pinturas.
- Las universidades públicas y los centros de investigación podrían vincularse con la sociedad apoyando a la pequeña y mediana empresa, a través de la participación de académicos y maestros en trabajos de asesoría y asistencia técnica, apoyando proyectos emprendedores factibles y con alto potencial de desarrollo y competitividad en la industria regional.

La transición de la microindustria de la carrocería hacia un sistema de servicios sustentable depende en gran medida de lo que se haga o se deje de hacer *in situ*; por lo tanto, el punto focal de esta investigación está centrado en el compromiso y participación de los propietarios y empleados de los talleres de carrocería, a través del diseño e implementación de un Programa de Servicios Sustentables (PSS).

El diseño del PSS está basado en los principios de producción más limpia, pero adaptado a las oportunidades encontradas y a las condiciones operativas de los talleres hermosillenses.

El esquema conceptual validado del programa está basado en tres principales teorías, mismas que se muestran en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Teorías que avalan el desarrollo del programa
Fuente: Zavala A., Velázquez, L., Programa de Servicios Sustentables para los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, Epistemus (2011)

Teoría 1	Teoría 2	Teoría 3
Las condiciones actuales de las prácticas ocupacionales y ambientales en los talleres de carrocerías hermosillenses, evidencian que existe un problema de exposición a riesgos a su salud de parte de los trabajadores, además de los riesgos que esas mismas actividades generan contra el medio ambiente.	La actividad en mención se integra en su mayoría por micro-empresas familiares con ingresos mensuales bajos que dificultan una inversión en un programa de servicios sustentables; sin embargo, muestran una gran disposición hacia la implementación de uno en sus instalaciones.	El éxito de la implementación del programa, dependerá en gran medida del compromiso y participación del gobierno, de los propietarios y empleados de los talleres de carrocería, de los proveedores, de las cámaras de comercio, de las instituciones de educación, centros de investigación y de la sociedad en general.

Tomando en cuenta este panorama, se da por *condicionante para la validez del programa* que los grupos de interés cuentan con la voluntad de proporcionar los recursos necesarios para lograr que esta pequeña industria transite a patrones de servicios sustentables.

3.4. Programa de Servicios Sustentables para los Talleres de Carrocería (PSSTC).

Es claro que bajo las condiciones actuales, el interés mayor por implementar un Programa de Servicios Sustentables en los talleres de Carrocería (PSSTC) no proviene directamente de los dueños de los talleres de carrocería, ni de ninguno de los tres niveles de gobierno; proviene de la responsabilidad moral que tiene la Universidad de Sonora y la Universidad Autónoma de Baja California, como instituciones de educación superior de promover la sustentabilidad; sin embargo, para fines académicos va implícito que todos los grupos de interés participarán y cooperarán para cumplir con la condicionante escrita anteriormente y que en un futuro inmediato, la iniciativa por implementar este tipo de programas nazca en el seno de los establecimientos ya sea por el interés de los dueños o por el de los trabajadores.

El esquema propuesto y mostrado en la figura 3.2, contempla cinco etapas para su implementación, dentro de un ciclo de mejoramiento continuo, cuatro de ellas basadas en el ciclo de Deming: *Planea, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA)*.

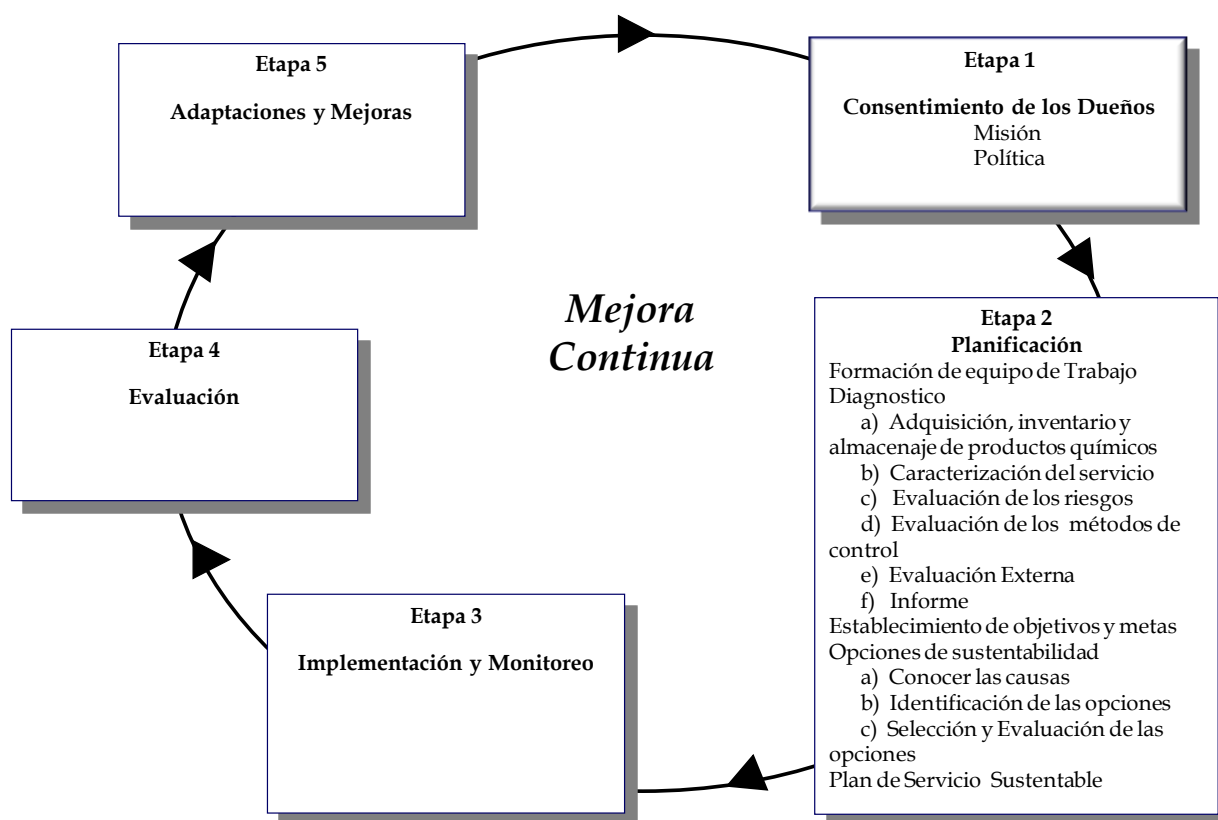


Figura 3.2. Esquema del Programa de Servicios Sustentables para los Talleres de Carrocería (PSSTC)

Sistema de Servicios Sustentables para el sector de los talleres de carrocería

Fuente: Zavala A., Velázquez, L., Programa de Servicios Sustentables para los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, Epistemus (2011)

No obstante, para poder iniciar con este ciclo, es indispensable contar con el consentimiento formal del dueño del establecimiento, tal y como lo marca un programa de producción más limpia. El dueño o la administración del negocio, debe estar convencida de los beneficios de la implementación del programa. Sin el compromiso de la gerencia no habrá acciones ni resultados reales.

3.4.1 Etapa 1: Consentimiento de los dueños

Este requisito de formalidad, representa el inicio de un cambio en la mentalidad de los trabajadores de esta pequeña industria, sobre todo porque los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo se caracterizan por una pobre administración, donde los manuales de puestos, de operaciones o funciones raramente existen, situación que trae como consecuencia que el dueño y los trabajadores (usualmente no más de cinco), realicen sus diferentes actividades sin ningún tipo de supervisión u orden, razón suficiente para fomentar la disciplina de establecer los compromisos en papel, porque esto permitirá llevar un mejor desempeño en las siguientes etapas del programa.

Las obligaciones generadas con la firma de este consentimiento es proporcionar la información requerida o en su defecto permitir el libre acceso a los medios necesarios para generar dicha información.

Por otro lado, los dueños tienen derecho a mantener el anonimato y por ningún motivo los datos obtenidos pueden ser usados en su contra por ninguno de los grupos de interés.

3.4.2 Etapa 2: Planificación:

La etapa de planificación del Programa de Servicios Sustentables abarca desde la formación y preparación del equipo de trabajo, la elaboración de un diagnóstico (que incluye desde la adquisición, inventario y almacenaje de los productos químicos hasta la elaboración de informes), el establecimiento de objetivos y metas; asimismo, contempla conocer y evaluar las opciones de sustentabilidad aplicables y diseñar un plan de servicio sustentable para el establecimiento.

Formación del equipo de Trabajo.

Lo ideal es que el equipo de trabajo esté integrado por al menos un asesor externo, el dueño del taller y un trabajador, no es necesario invertir grandes cantidades de dinero en la contratación del asesor externo ya que este rol lo puede realizar algún académico, estudiante

de posgrado o funcionario de gobierno, sobre todo de las agencias relacionadas con el área ambiental u ocupacional.

El asesor externo, debe dominar los conocimientos teóricos de sustentabilidad e interactuar con el trabajador, quien posee los conocimientos empíricos del taller, situación que permitirá llevar a cabo las siguientes actividades de la planeación. Las principales actividades del equipo de trabajo serán: analizar y revisar las prácticas actuales, desarrollar y evaluar los cambios e implantar y mantener los cambios.

Diagnóstico.

El objetivo del diagnóstico es identificar todos los datos que podrían ser útiles para revelar los riesgos laborales y ambientales, así como los riesgos para la comunidad generados por las actividades de un taller de carrocería y que servirán como base para establecer objetivos y metas.

Debido a que es la primera iteración del ciclo PHVA, no existen registros disponibles, es necesario llevar a cabo un inventario de los materiales utilizados y una evaluación detallada de las prácticas de trabajo.

Entender el proceso de restaurar y pintar un automóvil es indispensable para poder identificar los riesgos ocupacionales y ambientales que éste genera. Un primer paso es elaborar la caracterización del proceso, donde se registren las cantidades que se utilizan de material en cada etapa del proceso, es decir, desde el momento que se adquieren hasta que son convertidos en residuos o emisiones.

Es importante tener en cuenta que, si bien algunos de los materiales son fáciles de rastrear, otros, como los productos químicos, son más difíciles debido a que pueden encontrarse como componentes de productos, materias primas o de estar presentes como subproductos.

El diagnóstico debe incluir una sección de requisitos legales y del historial de cumplimiento legal.

a) Adquisición, Inventario y almacenaje de productos químicos

Este paso consiste en identificar los aspectos generales de la adquisición, inventario y almacenamiento de los productos químicos.

b) Caracterización del Servicio

El proceso se debe analizar mediante un diagrama de flujo de proceso que contiene los símbolos para identificar los elementos que conforman el proceso. Una vez que el proceso ha sido descrito, el siguiente paso es especificar las actividades de los trabajadores. Esta parte contempla la descripción física de las estaciones de trabajo y la disposición de las herramientas de trabajo utilizadas por los trabajadores. Esto facilitará la identificación de posibles riesgos ergonómicos durante el desarrollo de las actividades. La caracterización del proceso también permite identificar los riesgos ocupacionales, así como las fuentes de desechos, observar como se realiza la operación. Esto con la finalidad de que la descripción de las actividades sea una descripción clara de todo el proceso, incluyendo tiempos.

c) Evaluación de los Riesgos

La caracterización permite conocer todo el proceso de la restauración y pintado de un automóvil y por ende, la identificación de las fuentes de riesgos laborales y ambientales, identificación que permitirá evaluarlos por diferentes métodos. En un taller de carrocería, es común encontrar riesgos químicos, físicos, mecánicos y ergonómicos, razón por la cual es importante para el programa evaluar el probable daño que se pueda causar a la salud y al medio ambiente.

d) Evaluación de los métodos de control

Esta evaluación, debe realizarse para identificar y evaluar los controles de ingeniería y administrativos, así como el equipo de protección personal que utilicen en el establecimiento para proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo.

e) Evaluación Externa

Toda organización necesita de la interacción con sus clientes para mantenerse en el mercado, así como de otros grupos de interés. Razón por la cual, la creación, implementación y operación de un Programa de Servicios Sustentables, debe estar vinculada con los clientes y con otros grupos relacionados con la empresa.

Los factores externos, son aquellos en los cuales el taller de carrocería no tiene control directo, como el marco jurídico, las nuevas tecnologías, los vecinos, grupo protección civil, proveedores, entre otros. Estos factores a menudo son ignorados; sin embargo, los propietarios deben tener conocimiento sobre ellos, ya que estos cambian constantemente y pueden afectar la operatividad y permanencia del negocio.

f) Informe

Es con esta parte que el diagnóstico concluye, es decir, cuando el proceso ha sido caracterizado satisfactoriamente y los principales riesgos ambientales y ocupacionales han sido identificados y evaluados. La misión, la política, el objetivo estratégico del programa y los resultados de este informe representan la base para establecer los objetivos y metas del programa.

Establecimiento de objetivos y metas

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de un Programa de Servicios Sustentables es prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales generados por las actividades y operaciones de un taller de carrocería y que pueden causar daño a su salud, al medio ambiente y a la sociedad en general. Este objetivo define una dirección general dirigida a cumplir la misión de sustentabilidad en el largo plazo.

Es en este punto cuando el diagnóstico ha puesto de manifiesto las áreas en las cuales se debe centrar el equipo de trabajo para establecer los objetivos del programa. Estos objetivos servirán como directrices específicas que deben cumplirse en un corto plazo. Los objetivos deben estar claramente indicados en el programa escrito, además deben ser comprensibles, alcanzables y medibles. Las metas, son medidas cuantificables para alcanzar los objetivos.

Opciones de Sustentabilidad

a) Causas

Un riesgo no se elimina solo porque fue identificado; es necesario conocer las causas que lo originan. Los diagramas de causa y efecto representan una gran ayuda para explorar las causas que dan lugar a los riesgos ocupacionales o ambientales identificados. Se recomienda para el análisis que el equipo considere todas las causas y no sólo las más obvias.

El diagrama de causa y efecto puede representar todas las causas, como el equipo considere conveniente; sin embargo, utilizar los problemas identificados en la evaluación de riesgos, resulta un buen comienzo.

b) Identificación de las Opciones

Una vez que las fuentes y causas que originan los riesgos son conocidas, el programa de servicios sustentables entra a la fase creativa. El equipo de trabajo deberá buscar posibles soluciones dentro del marco de la sustentabilidad que tengan como objetivo, primero eliminar los riesgos, y si no fuera posible, tratar de reducir esos impactos. Es necesario identificar las causas de todos los riesgos identificados; sin embargo, en la generación de opciones de sustentabilidad, deberán tener prioridad aquellos riesgos que se clasificaron con alto grado de viabilidad o de importancia.

Encontrar opciones depende del conocimiento y la creatividad de los miembros del equipo, mucho de lo cual surge de la educación y experiencia de trabajo de cada uno.

c) Selección y Evaluación de las Opciones.

Después de que se han generado un número satisfactorio de ideas, las opciones se deben de seleccionar. Las opciones más prometedoras se sujetan a un estudio de factibilidad. Todas las opciones propuestas deben ser exploradas e reducirlas en una lista de prioridades para cada riesgo. Las opciones de sustentabilidad deben ser seleccionadas en base a su viabilidad, factibilidad de aplicación y eficacia. La prevención siempre es preferible que el control. La factibilidad de las opciones seleccionadas deben ser evaluadas desde el punto de vista técnico, ambiental, salud, financiero y social. Lo cual es una simple evaluación que

consiste, en la mayoría de los casos, en la recopilación de datos técnicos sobre las opciones de mercado, principalmente en el mercado local.

Plan de Servicio Sustentable.

Este es un plan escrito, que deberá ser utilizado como una guía de las acciones a seguir para alcanzar el objetivo del Programa de Servicios Sustentables. No existe un formato para presentar el plan; sin embargo, debe incluir todos los elementos de la planificación hasta la selección de opciones, con el fin de reducir la ocurrencia de errores de percepción.

Este plan constituye la base para la aplicación de las opciones que resultaron viables de implementar; sin embargo, no todas las opciones factibles, estarán incluidas en el plan inicial.

A pesar de su viabilidad, se recomienda que algunas opciones se dejen para las siguientes iteraciones del sistema, en una especie de lista de espera. Es importante, considerar el plan de contingencias a fin de tener conocimiento cómo reaccionar en caso de algún accidente o que algo no suceda como se espera.

3.4.3 Etapa 3: Implementación y Monitoreo

La asignación de recursos para garantizar la aplicación de las opciones que están previstas en la etapa de planificación es el objetivo en esta etapa. Esta etapa, describe el trabajo, la parte tecnológica y los recursos financieros indispensables para llevar a cabo cada una de esas opciones.

Los detalles sobre la asignación de recursos dependerán de la estructura de cada taller de carrocería, pero por lo menos deberá cubrir la duración de las actividades necesarias para cumplir con las opciones referidas.

La parte de monitoreo se refiere a evaluar la eficacia de las opciones implementadas y realizar algunos ajustes, si así los mostraran los resultados obtenidos.

La eficiencia del programa debe ser medida, no sólo en términos de ingeniería y financieramente, sino en términos de salud y del medio ambiente. Además, de monitorear los factores de calidad en el servicio, el programa contempla dar seguimiento anualmente a las condiciones de salud de los trabajadores con el fin de prevenir enfermedades ocupacionales.

Asimismo, el reconocimiento de los riesgos ambientales. Los indicadores de sustentabilidad, son uno de los elementos más importantes en la etapa de monitoreo. Ellos proveen la más útil, confiable y relevante información sobre los factores como residuos, agua, energía, ruido, emisiones, entre otros. Por lo que, el equipo de sustentabilidad debe recopilar información para poder interpretar los indicadores y tomar decisiones acerca de cómo las opciones implementadas han estado trabajando de acuerdo a los objetivos del programa.

3.4.4 Etapa 4: Evaluación

En esta etapa, el equipo revisa la información recolectada para determinar si los datos obtenidos concuerdan con los objetivos y metas del programa. La etapa de la evaluación, permite verificar si existen desviaciones respecto al plan inicial y tomar decisiones que permitan reorientar las opciones. En algunos casos, este control pondrá de manifiesto la necesidad de revisar los objetivos en lugar de los proyectos específicos. Es recomendable evaluar las opciones de forma continua, establecer plazos de evaluación.

3.4.5 Etapa 5: Adaptaciones y Mejoras

Es deseable para la eficacia del sistema que los resultados de la etapa de evaluación sirvan como una retroalimentación para la etapa de adaptaciones y mejoras. La adopción de medidas correctivas es a menudo necesaria para la planificación y alcanzar los objetivos. Las decisiones pueden ser desde pequeñas modificaciones hasta cancelar el proyecto y seleccionar otra opción de las opciones en la lista de espera. Por otro lado, si los objetivos se han alcanzado, el equipo debe comenzar nuevamente el ciclo de fortalecer el programa y establecer nuevos objetivos para seguir en el camino hacia la sustentabilidad.

Capítulo 4

Análisis y Resultados

4.1 Talleres de carrocería participantes en el estudio

4.1.1 Taller de carrocería 1

El primer taller al que hacemos referencia es un negocio denominado “Restauraciones Automotrices”, se ubica en la calle Campeche #184 entre calle Aldama y Guadalupe Victoria, en la Colonia San Benito, la cual es una zona residencial. Las instalaciones del taller están distribuidas en un terreno de 361.55 m², de los cuales 40 m², corresponden al área donde se desarrollan el grueso de las actividades,

El recurso humano con el que se conforma por dueño del taller (quien también es el pintor), un carrocerero y un ayudante. Este negocio tiene 11 años de experiencia en el ramo, en promedio trabajan cuatro automóviles por semana y reportan un ingreso anual menor a los 600,000 pesos.

4.1.2 Taller de carrocería 2

El segundo negocio al que se hace referencia es el taller “Carrocería y Pintura del Noroeste”, el cual se encuentra ubicado en calle 12 de octubre esquina con calle trece, en el fraccionamiento Francisco Villa.

El área que ocupa es de aproximadamente de 800 m²; en lo que respecta al recurso humano son cuatro empleados: dos carroceros y dos pintores. El establecimiento tiene una antigüedad de 34 años en el mercado, en promedio trabajan 10 automóviles semana y su promedio de ingresos supera los 600,000 pesos anuales.

4.1.3. Taller de carrocería 3

El tercer taller participante es el taller Encinas, el cual se ubica en la calle naranjo entre Campeche y Quintana Roo, en la colonia San Benito. El negocio tiene en su haber una antigüedad de 53 años en el mercado; atiende un promedio de 3 automóviles a la semana y

obtiene un ingreso promedio de menos de 300,000 pesos anuales. El personal se conforma de 3 empleados: 2 carroceros y un pintor. El taller también está ubicado en una zona residencial. Los tres talleres se ubican en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

La tabla 4.1 muestra un resumen de las principales características de los talleres participantes en el estudio.

Tabla 4.1 Principales características de los talleres participantes en el estudio

Taller	Automóviles por semana	Ingresos anuales	Empleados	Antigüedad	Zona residencial
1	4	$\leq 600,000$	3	11	Sí
2	10	$\geq 600,000$	4	34	Sí
3	3	$\leq 600,000$	3	53	Sí

4.2 Resultados de la implementación y Operación del Programa de Servicios Sustentables en los talleres participantes

4.2.1 Resultados de la Etapa 1: Consentimiento del dueño

El consentimiento por parte de los dueños se obtuvo después de explicarles a través de sesiones informativas los beneficios y la importancia de implementar un programa de servicios sustentables en sus negocios. Parte de la explicación, consistió en mostrarles cómo en otros países la implementación de programas de producción más limpia ha traído beneficios a los establecimientos desde el punto de vista económico, social y ambiental. Además, se les hizo énfasis en la parte de la mejora en el cumplimiento de la legislación aplicable a sus negocios.

La autorización escrita formalizó el compromiso de la administración para implementar y mantener el programa de servicios sustentables en sus negocios. Continuando con el proceso de transición hacia la formalización de los talleres se establecieron la misión y la política de cada uno de los talleres, apegados a los principios de planeación estratégica y que éstas motiven a la administración y empleados a iniciar, realizar y continuar los cambios derivados de la implementación y operación del programa. A continuación se muestra cómo quedaron redactadas las misiones y políticas para los tres talleres.

Misión

El compromiso central de nuestros establecimientos es la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes a través de servicios de calidad que integren el cuidado del medio ambiente, la salud de sus trabajadores y de la comunidad en general a fin de colaborar con la sociedad hermosillense a transitar a hacia estilos de vida más sustentables.

Política de Sustentabilidad

Las empresas participantes, en su compromiso con la sociedad adoptan una política de sustentabilidad que promueva una cultura de servicios de calidad en los trabajos de carrocería y pintura a la vez que garanticen el cuidado y conservación del medio ambiente, así como la salud de sus empleados y comunidad en general a través de la implementación y operación de programa de servicios sustentables.

Tanto la misión como la política fueron comunicadas a los empleados y a los clientes colocándolas en un lugar visible en cada uno de los establecimientos.

4.2.2 Resultados de la Etapa 2: Planificación

Durante la fase de planificación se generó valiosa información sobre la caracterización del proceso, manejo de inventarios, identificación y evaluación de los riesgos ocupacionales entre otras, que permitió establecer los objetivos y metas del programa que son la base del plan de servicios sustentables, sobre todo como en este caso, que no existía información documentada.

4.2.2.1 Formación del equipo de trabajo. Para constituir el equipo de trabajo y respaldados por los dueños de los locales, se programaron sesiones con los empleados del taller para explicarles cómo un equipo de trabajo es fundamental para el éxito del programa ya que permite que ellos participen y colaboren en las actividades del programa.

El equipo de trabajo (Figura 4.1) quedó integrado por el dueño del taller, un trabajador y un coordinador o asesor externo, rol que quedó a cargo del responsable de la presente investigación y quien a su vez pertenece al Grupo de Investigación de Ingeniería Sustentable de la Universidad de Sonora.

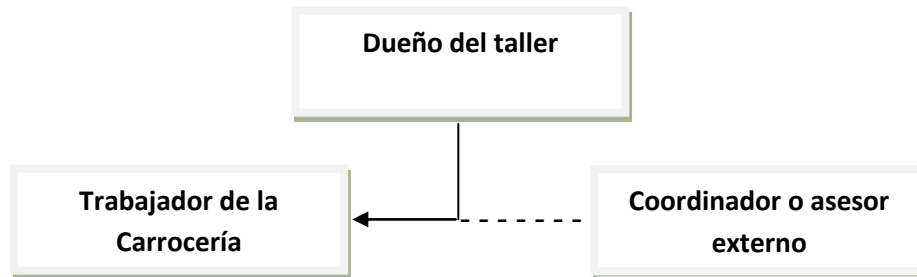


Figura 4.1 Equipo de trabajo

Como parte de la capacitación, al equipo de trabajo se ofrecieron pláticas, donde se abordaron temas como: Desarrollo Sustentable y Concepto Básicos, Marco Legal aplicable a los talleres de carrocería; esta plática se enfocó principalmente a mencionar las normas oficiales mexicanas que en materia ambiental y ocupacional tienen relación con la operación del taller.

También les ofreció un curso-taller sobre el programa de servicios sustentables a implementar en el taller, el objetivo fue explicar la estructura del programa y su funcionamiento, así como informarles en qué consistirían las actividades a desarrollar por el coordinador, así como las responsabilidades y actividades del resto del equipo que se formó.

- Resultados de la evaluación del impacto de los cursos.

Para evaluar el impacto de los cursos se utilizó la Escala de Conducta Ecológica General de Kaiser, cuyos resultados se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Resultados de la Escala de conducta Ecológica General de Kaiser

Participantes	Escala de conducta Ecológica General de Kaiser
1	30
2	22
3	18
4	21
5	27
6	25
7	22
8	30
9	19
10	20

En la tabla 4.3 se muestran los resultados de la aplicación de los reactivos del paradigma de la interdependencia humana.

Tabla 4.3 Resultados de los reactivos del paradigma de la interdependencia humana

Participantes	Completamente de Acuerdo	En parte Acuerdo	En Parte en Desacuerdo	Completamente en Desacuerdo
1	9	0	0	0
2	9	0	0	0
3	9	0	0	0
4	9	0	0	0
5	9	0	0	0
6	9	0	0	0
7	9	0	0	0
8	9	0	0	0
9	9	0	0	0
10	9	0	0	0

Los resultados de los instrumentos aplicados muestran una tendencia de un cambio de comportamientos hacia una conducta pro-ambiental. En el caso de los datos generados por la aplicación del instrumento Reactivos del paradigma de la interdependencia humana, el resultado muestra cómo todos los empleados estuvieron “Completamente de Acuerdo” en que existe una interdependencia entre el ser humano y la naturaleza.

Por lo tanto, según los instrumentos de evaluación psicológica, cuentan con el conocimiento de que sus actividades pueden dañar al ambiente.

4.2.2.2 Diagnóstico. La elaboración del diagnóstico permitió identificar y evaluar los riesgos ocupacionales y ambientales a través de la caracterización formal del proceso; también a conocer qué métodos de control o administrativos se utilizan en el local. Otra parte, importante del diagnóstico lo constituyó llevar a cabo una evaluación externa, ya que permitió conocer el sentir del resto de los actores involucrados en la operación de una carrocería.

Por último, el utilizar la información generada en la etapa de diagnóstico para definir los objetivos y metas, garantiza que éstos fueron enfocados a tratar de prevenir, reducir y/o eliminar los impactos ambientales y ocupacionales generados, como lo marca el objetivo estratégico del programa, pero basados en la condiciones del negocio.

Adquisición, inventario y almacenaje de productos químicos. En el área de trabajo del establecimiento se detectó una falta de orden, ya que se pueden encontrar piezas de carrocerías, herramientas y equipo esparcidos por todo el lugar, situación que puede provocar accidentes.

La Norma Oficial Mexicana 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, y la NOM-114-STPS-1994: Sistema para la Identificación y Comunicación de Riesgos por Sustancias Químicas en los Centros de Trabajo, establecen los lineamientos en cuestiones de manejo y almacenamiento de sustancias químicas.

En el recorrido realizado en el taller para identificar el almacén de materiales se encontró que los materiales utilizados en el proceso no cuentan con un lugar de almacenaje adecuado, se trata de un lugar abierto, a pesar de que contienen materiales como pinturas, solventes, gasolina y otros químicos utilizados en el proceso, se encuentran revueltos e incluso se utilizan envases de botellas de soda o agua para guardar los materiales (Figura 4.2).



Figura 4.2 Almacén de materiales

La mayoría de los contenedores no están debidamente etiquetados y los que lo están, no se aprecia la información porque tienen residuos de material derramado en el contenedor que impide la lectura de la información (Figura 4.3).



Figura 4.3 Estado de los contenedores de los materiales

Caracterización del Servicio. El servicio de restauración y pintado de un automóvil se divide en dos estaciones de trabajo: *a) Trabajo mecánico y carroceado (Estación 1)* y *b) pintado (Estación 2)*.

Para representar las operaciones llevadas a cabo en cada una de ellas, se formularon los diagramas de bloques para cada una de las estaciones; este diagrama permite seguir de manera general la secuencia seguida en el proceso. La figura 4.4 muestra el diagrama de bloque para la estación de carroceado y pintado y la figura 4.5 representa el diagrama de bloque para la estación de pintado.

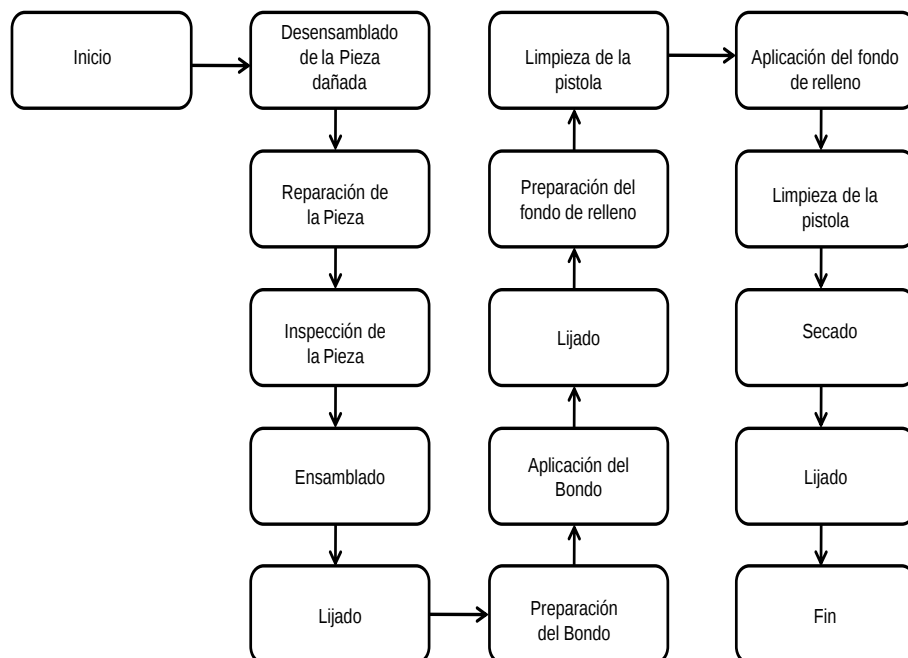


Figura 4.4 Diagrama de bloques del proceso de carroceado

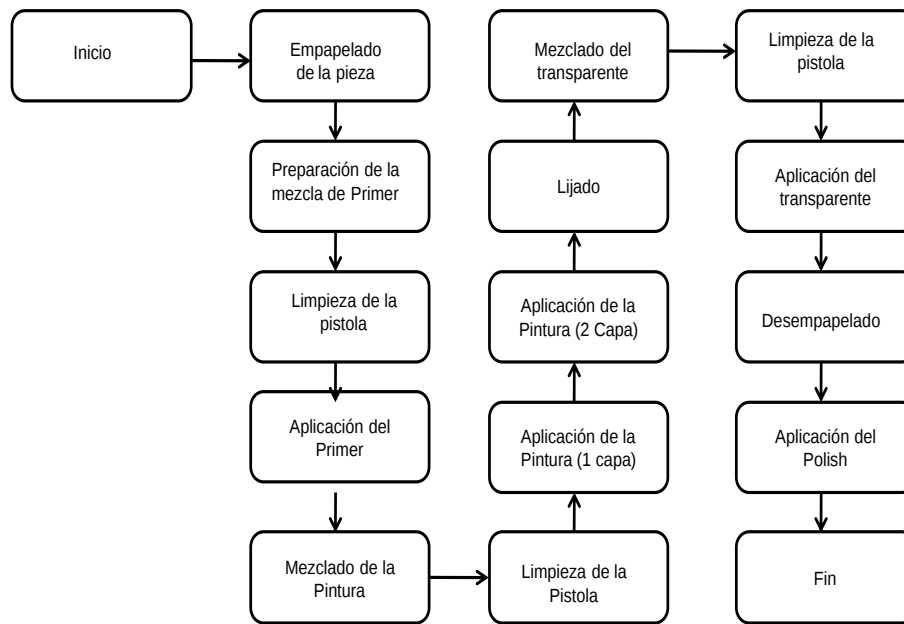


Figura 4.5 Diagrama de bloques del proceso de pintado

La caracterización del servicio de restauración y pintado de un automóvil se hizo a través de un diagrama de flujo, para lo cual fue necesario seguir el servicio ofrecido a veintiocho automóviles en un período de dos meses.

La tarea de estandarizar el proceso presentó algunas dificultades como la duración de las tareas, ya que éstas dependen de la experiencia del trabajador, los medios con que se cuenta para realizarla y de la magnitud del daño; sin embargo, con la colaboración de los dueños de los talleres se obtuvo el diagrama mostrado en la figura 4.6 y representa un ejemplo de la estandarización del proceso de carrocear y pintar un automóvil.

Cuando el cliente lleva su automóvil al taller, el dueño, llena una hoja con los datos del cliente y realiza un presupuesto de la reparación, la cual generalmente incluye trabajo de carrocería y pintura.

El proceso inicia con el desensamblando de la pieza dañada del resto del automóvil, para proceder al enderezado, esta operación, dependiendo del daño, puede durar de minutos a días.

Para llevar a cabo el enderezado de la pieza, el operador, utiliza una plancha, martillo, soldadora, cortadora, entre otras herramientas.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Departamento: Producción	Proceso: carroceado y pintado de una pieza de automóvil.		
Método: Actual			
Inicia en: área de mecánica	Termina en: Inspección de pintado		
Fecha: 08 de agosto de 2009	Hoja: 1	De: 1	Autorizo: AZ

DISTAN CIA	TIEM PO	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DISTANCIA	TIEM PO	SIMBO LO	DESCRIPCION DEL PROCESO
	40 min	○	Desensamblar la parte dañada del resto del automóvil		30 min	○	Empapelar la pieza
	25 min	○	Enderezar el área de la pieza dañada con plancha y martillo		5 min	➡	Transportar la pieza al área de pintado
	5 min	□	Verificar que la pieza tenga la forma original		10 min	○	Preparar la mezcla de pintura con catalizador
	.5 min	○	Lijar la parte de la pieza con rehilete		10 min	○	Aplicar la primera capa de pintura con pistola de aire
	10 min	○	Preparar la mezcla de bondo con catalizador		60 min	D	Secado
	4 min	○	Aplicar el bondo con una espátula o cuña		3 min	○	Lijado con lija 400
	10 min	○	Lijar la parte reparada con lija 36 con tacón de hule		10 min	○	Aplicar la segunda capa de pintura con pistola de aire
	10 min	○	Lijar la parte reparada con lija 80		60 min	D	Secado
	30 min	D	Secado		3 min	○	Lijado con lija 400
	10 min	○	Preparar mezcla de fondo de relleno con catalizador		10 min	○	Aplicar la tercera capa de pintura con pistola de aire
	5 min	○	Limpiar la pistola de aplicación con thinner		60 min	D	Secado
	3 min	○	Aplicar fondo de relleno con pistola de aire		3 min	○	Lijar la pieza con lija400
	5 min	○	Limpiar la pistola de aplicación con thinner		10 min	○	Preparar la mezcla del transparente (con catalizador)
		○	Secado		10 min	○	Aplicar el transparente con pistola de aire
	5 min	○	Lijar con lija 400 el área		60 min	D	Secado
	60 min	D	Secado		5 min	○	Desempapelar la pieza
	5 min	□	Verificar que desaparezcan las marcas de la lija gruesa		5 min	➡	Transportar la pieza al área de pulido
	20 min	○	Lijar toda la pieza con lija 400 o 1200		30 min	○	Pulir la pieza
	5 min	○	Secado con compresor		3 min	□	Inspección final de la pieza
					40 min	○	Ensamblar la pieza en el automóvil
				5 m	5 min	➡	Transportar al área de entrega
						▽	Área de entrega

Figura 4.6 Diagrama de flujo del proceso completo

Se verifica que la pieza tenga la forma original, contra el resto del automóvil para proceder al ensamblado en el resto del automóvil para posteriormente lijarla con rehilete. Una vez reinstalada la pieza se procede a la aplicación del bondo, para lo cual se requiere preparar la mezcla de bondo con catalizador y aplicarla con una espátula. Esta mezcla se aplica para

rellenar la lámina y se rebaja lijando la pieza con una lija 36 con tacón de hule (herramienta) por 10 minutos e inmediatamente se lija con una lija 80 por 3 minutos. Se procede a un secado de 30 minutos, aproximadamente, para continuar con la aplicación del fondo de relleno, operación que inicia con la limpieza de la pistola de aire, la cual se realiza con thinner, colocando aproximadamente 10 ml del solvente y se rocía al aire.

Inmediatamente se prepara la mezcla de fondo de relleno con catalizador y se procede a rociarlo en un tiempo aproximado de 3 minutos. La pistola se vuelve a limpiar con otros 10 ml de thinner. Se debe secar la pieza de nuevo por otros 30 minutos. Pasado el tiempo de secado, inicia la aplicación del primer (fondo universal) .

La pistola debe volver a limpiarse con el mismo procedimiento descrito anteriormente. Inmediatamente se prepara la mezcla de primer con catalizador y se procede a rociarlo en un tiempo aproximado de 10 minutos. La pistola se vuelve a limpiar con otros 10 ml de thinner y se procede a trasladar el automóvil hacia el área de pintado.

El proceso de pintado del automovil inicia “empapelándolo” para evitar salpicaduras de pintura. Esta actividad se lleva a cabo colocando papel periódico, aproximadamente abarcando un metro desde la pieza a pintar. Seguidamente se procede a limpiar la pistola, siguiendo la operación ya descrita. para preparar la mezcla de pintura con reductor y se rocía la pintura en tres ocasiones por 10 minutos, con un tiempo de secado entre aplicación de 10 minutos. Se deja secar por aproximadamente 10 minutos para proceder a lijarlo aplicar la capa de transparente con catalizador, para lo cual se limpia la pistola.

Mientras se prepara la mezcla de transparente con catalizador. Una vez que la pintura se ha secado, se procede a transportar el automóvil al área de pulido, se le quita el papel que cubre el automóvil para proceder a pulirlo.

Por último se realiza una inspección final para proceder a la entregárselo al cliente. Para reforzar la identificación de los riesgos ocupacionales y ambientales en el proceso descrito se elaboraron los diagramas de flujo, separados por las estaciones de trabajo.

El diagrama de operaciones de mecánica y carroceado se muestra en la figura 4.7

Departamento: Producción		Proceso: carroceado de una pieza de automóvil.		
Método: Actual				
Inicia en: área de mecánica		Termina en: Inspección de pintado		
Fecha: 08 de agosto de 2009		Hoja: 1	De: 1	Autorizo: AZ

DESCRIPCION	SIMBOLO	TIEMPO	DISTANCIA	OBSERVACIONES
Desensamblar la parte dañada del resto del automóvil	● ⇨ D □ ▽	40 min		
Enderezar el área de la pieza dañada con plancha y martillo	● ⇨ D □ ▽	25 min		
Verificar que la pieza tenga la forma original	○ ⇨ D ■ ▽	5 min		
Lijar la parte de la pieza con rehilete	● ⇨ D □ ▽	.5 min		
Preparar la mezcla de bondo con catalizador	● ⇨ D □ ▽	10 min		
Aplicar el bondo con una espátula o cuña	● ⇨ D □ ▽	4 min		
Lijar la parte reparada con lija 36 con tacón de hule	● ⇨ D □ ▽	10 min		
Lijar la parte reparada con lija 80	● ⇨ D □ ▽	10 min		
Secado	○ ⇨ D ■ ▽	30 min		
Preparar mezcla de fondo de relleno con catalizador	● ⇨ D □ ▽	10 min		
Limpiar la pistola de aplicación con thinner	● ⇨ D □ ▽	5 min		
Aplicar fondo de relleno con pistola de aire	● ⇨ D □ ▽	3 min		
Limpiar la pistola de aplicación con thinner	● ⇨ D □ ▽	5 min		
Secado	● ⇨ D □ ▽			
Lijar con lija 400 el área	● ⇨ D □ ▽	5 min		
Secado	○ ⇨ D □ ▽	60 min		
Verificar que desaparezcan las marcas de la lija gruesa	○ ⇨ D ■ ▽	5 min		
Lijar toda la pieza con lija 400 o 1200	● ⇨ D □ ▽	20 min		
Secado con compresor	● ⇨ D □ ▽	5 min		

RESUMEN

ACTIVIDAD	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
○	15		
⇨	0		
D	1		
□	2		
▽	0		

Figura 4.7 Diagrama de operaciones del proceso de mecánica y carroceado

El diagrama de operaciones de mecánica y carroceado se muestra en la figura 4.8

Departamento: Producción		Proceso: Pintado de una pieza de automóvil.		
Método: Actual				
Inicia en: área de mecánica		Termina en: Inspección final		
Fecha: 08 de agosto de 2009		Hoja: 1	De:1	Autorizo: AZ

DESCRIPCION	SIMBOLO	TIEMPO	DISTANCIA	OBSERVACIONES
Empapelar la pieza	● ➡ D □ ▽	30 min		
Transportar la pieza al área de pintado	○ ➡ D □ ▽	5 min		
Preparar la mezcla de pintura con catalizador	● ➡ D □ ▽	10 min		
Aplicar la primera capa de pintura con pistola de aire	● ➡ D □ ▽	10 min		
Secado	○ ➡ D ■ □ ▽	60 min		
Lijado con lija 400	● ➡ D □ ▽	3 min		
Aplicar la segunda capa de pintura con pistola de aire	● ➡ D □ ▽	10 min		
Secado	○ ➡ D ■ □ ▽	60 min		
Lijado con lija 400	● ➡ D □ ▽	3 min		
Aplicar la tercera capa de pintura con pistola de aire	● ➡ D □ ▽	10 min		
Secado	○ ➡ D ■ □ ▽	60 min		
Lijar la pieza con lija400	● ➡ D □ ▽	3 min		
Preparar la mezcla del transparente (con catalizador)	● ➡ D □ ▽	10 min		
Aplicar el transparente con pistola de aire	● ➡ D □ ▽	10 min		
Secado	○ ➡ D ■ □ ▽	60 min		
Desempapelar la pieza	● ➡ D □ ▽	5 min		
Transportar la pieza al área de pulido	○ ➡ D □ ▽	5 min		
Pulir la pieza	● ➡ D □ ▽	30 min		
Inspección final de la pieza	○ ➡ D ■ □ ▽	3 min		
Ensamblar la pieza en el automóvil	● ➡ D □ ▽	40 min		
Transportar al área de entrega	○ ➡ D □ ▽	5 min		
Área de entrega	○ ➡ D □ ▽			

RESUMEN

ACTIVIDAD	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
○	13		
➡	3		
D	4		
□	1		
▽	1		

Figura 4.8 Diagrama de operaciones de proceso de pintado

Identificación de los riesgos ocupacionales y ambientales.

La identificación de los riesgos ocupacionales y ambientales fue a través de conocer las condiciones físicas del lugar, de la forma en que se almacenan las materias primas, de la caracterización del servicio y la delimitación de las estaciones de trabajo que fueron identificados los riesgos ocupacionales y de tipo ambiental que se generan como parte de las operaciones del taller.

Identificación de los riesgos ocupacionales en el proceso.

Los riesgos identificados en la estación de trabajo mecánico y carroceado, su descripción, así como el número de operaciones en que se presentan ese tipo de riesgos se muestran en la tabla 4.4

Tabla 4.4 Resumen de los riesgos ocupacionales identificados en el proceso

Riesgos Ocupacionales	Descripción
Químico	Exposición a emisiones por mezcla de productos químicos.
Físico	Exposición a ruido y a temperaturas extremas
Ergonómicos	Posiciones incómodas
Otros riesgos	Cortaduras, quemaduras y golpes

Como lo muestra el resumen se encontró que los riesgos ocupacionales identificados son riesgos químicos emanados de la manipulación de diferentes mezclas química; exposición a diferentes niveles de ruido y a temperaturas extremas; riesgos ergonómicos derivados de las posiciones en que se realizan las labores y otros riesgos como cortaduras, quemaduras o golpes.

En la tabla 4.5 se pueden observar los riesgos ocupacionales identificados en cada una de las operaciones realizadas en la estación de trabajo denominada de Mecánica y Carroceado. Asimismo, en la tabla 4.6 se pueden observar los riesgos ocupacionales identificados por operación en la estación de trabajo de Pintado.

Tabla 4.5 Riesgos ocupacionales identificados en el área de mecánica y carroceado

Estación de trabajo 1: Trabajo mecánico y carroceado			
	Operación	Descripción del Riesgo	Riesgo Ocupacional
1	Desensamblar la parte dañada del resto del automóvil	Exposición a ruido Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas Exposición a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras.	Físico Físico Ergonómico Otros riesgos
2	Enderezar el área de la pieza dañada con plancha y martillo	Exposición a ruido Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas Exposición a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras	Físico Físico Ergonómico Otros riesgos
3	Ensamblar la pieza y nivelarla	Exposición a ruido Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas Exposición a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras	Físico Físico Ergonómico Otros riesgos
4	Lijar la parte de la pieza con rehilete	Exposición a ruido Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas Exposición a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras	Físico Físico Ergonómico Otros riesgos
5	Preparar la mezcla de bondo con catalizador	Exposición a ruido Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas Exposición a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras	Físico Físico Ergonómico Otros riesgos
6	Aplicar el bondo con una espátula o cuña	Exposición a ruido Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas Exposición a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras	Físico Físico Ergonómico Otros riesgos
7	Lijar la parte reparada con lija 36 con tacón de hule	Exposición a polvo con resto de pintura Posiciones incómodas Exposición a temperaturas extremas	Físico Ergonómico Físico
8	Lijar la parte reparada con lija 80	Exposición a polvo con resto de pintura Posiciones incómodas Exposición a temperaturas extremas	Físico Ergonómico Físico
9	Preparar la mezcla de fondo de relleno con catalizador	Exposición a emisiones por productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Químico Físico
10	Limpiar la pistola de aplicación con thinner	Exposición a emisiones por productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Químico Físico
11	Aplicar fondo de relleno con pistola de aire	Exposición a emisiones por productos químicos Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas	Químico Físico Ergonómico
12	Limpiar la pistola con thinner	Exposición a emisiones por productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Químico Físico
13	Lijar toda la pieza con lija 400 o 1200	Exposición a emisiones por productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Químico Físico

Tabla 4.6 Riesgos ocupacionales identificados en el área de pintado

Estación de trabajo 2: Pintado			
	Operación	Descripción del Riesgo	Riesgo Ocupacional
1	Preparar la mezcla del primer (fondo universal) con catalizador	Exposición a emisiones por mezcla de productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Químico Riesgo Físico
2	Limpiar la pistola con thinner	Exposición a emisiones por mezcla de productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Químico Riesgo Físico
3	Aplicar el primer con pistola de aire	Exposición a nieblas productos químicos Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas	Riesgo Químico Riesgo Físico Riesgo Ergonómico
4	Limpiar la pistola con thinner	Exposición a emisiones por mezcla de productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Químico Riesgo Físico
5	Preparar la mezcla de pintura con reductor	Exposición a emisiones por mezcla de productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Químico Riesgo Físico
6	Limpiar la pistola con thinner	Exposición a emisiones por mezcla de productos químico Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Químico Riesgo Físico
7	Aplicar la primera capa de pintura	Exposición a nieblas de pulverización de productos químicos Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas	Riesgo Químico Riesgo Físico Riesgo Ergonómico
8	Aplicar la segunda capa de pintura con pistola de aire	Exposición a nieblas de pulverización de productos químicos Exposición a temperaturas extremas Posiciones incómodas	Riesgo Químico Riesgo Físico Riesgo Ergonómico
9	Aplicar la tercera capa de pintura con pistola de aire	Exposición a nieblas de pulverización de productos químicos Posturas incómodas Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Químico Riesgo Físico Riesgo Ergonómico
10	Lijar la pieza con lija número 400	Exposición a polvos con mezclas químicas Exposición a temperaturas extremas Posturas incómodas	Riesgo Químico Riesgo Físico
11	Preparar la mezcla de transparente con catalizador	Exposición a emisiones por mezcla de productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Químico Riesgo Físico
12	Limpiar la pistola de aire con thinner	Exposición a emisiones por mezcla de productos químicos Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Químico Riesgo Físico
13	Aplicar el transparente con pistola de aire	Exposición a nieblas de pulverización de productos químicos Posturas incómodas Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Químico Riesgo Físico Riesgo Ergonómico
14	Pulir la pieza con máquina pulidora	Posiciones incómodas Exposición a temperaturas extremas	Riesgo Físico Riesgo Ergonómico

En la tabla 4.7 se pueden ver las operaciones en las cuales se presenta el riesgo físico de exposición a diferentes niveles de ruido durante el proceso.

Tabla 4.7 Operaciones donde se presenta el riesgo de exposición a ruido

Operaciones con exposición a ruido
• Desensamblar la parte dañada del resto del automóvil • Enderezar el área de la pieza dañada con plancha y martillo • Ensamblar la pieza y nivelarla • Lijar la parte de la pieza con rehilete

En la tabla 4.8 se observan las operaciones donde se presentan los riesgos ergonómicos durante el desarrollo del proceso.

Tabla 4.8 Riesgos ergonómicos durante el proceso

Operaciones con riesgos ergonómicos
• Desensamblar la parte dañada del resto del automóvil • Enderezar el área de la pieza dañada con plancha y martillo • Ensamblar la pieza y nivelarla • Lijar la parte de la pieza con rehilete • Aplicar el bondo con una espátula o cuña • Lijar la parte reparada con lija 36 con tacón de hule • Lijar la parte reparada con lija 80 • Lijar toda la pieza con lija 400 o 1200 • Aplicar el primer con pistola de aire • Aplicar la primera capa de pintura con pistola de aire • Lijar la pieza con lija 400 • Aplicar el transparente con pistola de aire • Pulir la pieza con pulidora

En la tabla 4.9 se pueden apreciar las operaciones donde se identificó la presencia del riesgo ocupacional a sufrir cortaduras, quemaduras y golpes.

Tabla 4.9 Operaciones con presencia de otros riesgos

Operaciones con riesgo a sufrir cortaduras, quemaduras y golpes
• Desensamblar la parte dañada del resto del automóvil • Enderezar el área de la pieza dañada con plancha y martillo • Ensamblar la pieza y nivelarla

La tabla 4.10 presenta las operaciones donde se manipulan sustancias químicas.

Tabla 4.10 Operaciones con riesgos químicos

Operaciones con riesgos ocupacionales químicos
• Lijar la parte de la pieza con rehilete • Preparar la mezcla de bondo con catalizador • Aplicar el bondo con una espátula o cuña • Lijar la parte reparada con lija 36 con tacón de hule • Lijar la parte reparada con lija 80 • Preparar mezcla de fondo de relleno con catalizador • Limpiar la pistola de aplicación con thinner • Limpiar la pistola con thinner • Lijar toda la pieza con lija 400 o 1200 • Preparar la mezcla del primer (fondo universal) con catalizador • Limpiar la pistola con thinner • Aplicar el primer con pistola de aire • Limpiar la pistola con thinner • Preparar la mezcla de pintura con reductor • Limpiar la pistola con thinner • Aplicar la primera capa de pintura con pistola de aire • Lijar la pieza con lija 400 • Limpiar la pistola con thinner • Aplicar el transparente con pistola de aire

En lo que respecta a los riesgos físicos de exposición a temperaturas extremas, éstos se presentan en todas las operaciones.

Riesgos ambientales en el proceso. La caracterización del servicio también permitió identificar los riesgos ambientales generados. Los riesgos de tipo ambiental identificados pueden afectar la calidad del aire, el agua y el suelo.

En la tabla 4.11 se observan los riesgos ambientales en cada operación que conforma la estación de trabajo Mecánico y Carroceado. Los riesgos ambientales identificados en la estación de trabajo de pintura, se muestran en la tabla 4.12

Tabla 4.11 Riesgos ambientales identificados en la estación “trabajo mecánico y carroceado”

Estación de trabajo 1: Trabajo mecánico y carroceado			
	Operación	Descripción del Riesgo	Riesgo Ambiental
1	Desensamblar la parte dañada del resto del automóvil	Generación de residuos sólidos (Pedazos de lámina)	Contaminación de suelo
2	Lijar la parte de la pieza con rehilete	Generación de residuos sólidos: (lijas) Generación de polvos con resto de pintura	Contaminación de suelo Contaminación de aire
3	Preparar la mezcla de bondo con catalizador	Vapores de productos químicos Generación de residuos sólidos (contenedores, estopa)	Contaminación de aire Contaminación suelo
4	Aplicar el bondo con una espátula o cuña	Residuos sólidos mezclas químicas	Contaminación de suelo
5	Lijar la parte reparada con lija 36 con tacón de hule	Generación de polvos con resto de pintura Agua con restos de mezclas químicas Residuos sólidos (lijas)	Contaminación de aire Contaminación de agua Contaminación de Suelo
6	Lijar la parte reparada con lija 80	Polvo con resto de pintura Agua con restos de mezclas químicas Residuos sólidos (Lijas)	Contaminación de aire Contaminación de agua Contaminación de Suelo
7	Preparar mezcla de fondo de relleno con catalizador	Vapores de productos químicos Residuos sólidos (contenedores, estopa)	Contaminación de aire Contaminación de suelo
8	Limpiar la pistola de aplicación con thinner	Niebla de pulverización Residuos sólidos (estopas)	Contaminación de aire Contaminación de suelo
8	Aplicar fondo de relleno con pistola de aire	Niebla de pulverización con mezclas químicas	Contaminación de aire
10	Limpiar la pistola con thinner	Niebla de pulverización Residuos sólidos (estopas)	Contaminación de aire Contaminación de suelo
11	Lijar toda la pieza con lija 400 o 1200	Polvo con resto de pintura Agua con restos de mezclas químicas Residuos Sólidos (lijas)	Contaminación de aire Contaminación de agua Contaminación de suelo

Tabla 4.12 Riesgos ambientales identificados en la estación “Pintura”

Estación de trabajo 2: Pintura			
	Operación	Descripción del Riesgo	Riesgo Ambiental
1	Preparar la mezcla de primer con catalizador	Vapores de productos químicos Residuos sólidos (contenedores, estopa)	Contaminación de aire Contaminación de suelo
2	Limpiar la pistola de aire con thinner	Niebla de pulverización Residuos sólidos (estopas)	Contaminación de aire Contaminación de suelo
3	Aplicación del primer con pistola de aire	Niebla de pulverización con mezclas químicas	Contaminación de aire
4	Preparar la mezcla de pintura con reductor	Vapores de productos químicos Residuos sólidos (contenedores, estopa)	Contaminación de aire Contaminación de suelo
5	Limpieza de la pistola de aire con thinner	Niebla de pulverización Residuos sólidos (estopas)	Contaminación de aire Contaminación de suelo
6	Aplicar primera capa de pintura con pistola de aire	Niebla de pulverización con mezclas químicas	Contaminación de aire
7	Aplicar segunda capa de pintura con pistola de aire	Niebla de pulverización con mezclas químicas	Contaminación de aire
8	Lijar toda la pieza	Polvo con resto de pintura Agua con restos de mezclas químicas Residuos Sólidos (lijas)	Contaminación de aire Contaminación de agua Contaminación de suelo
8	Preparar la mezcla de materiales (transparente con catalizador)	Vapores de productos químicos Residuos sólidos (contenedores, estopa)	Contaminación de aire Contaminación de suelo
9	Limpieza de la pistola con thinner	Niebla de pulverización Residuos sólidos (estopas)	Contaminación de aire Contaminación de suelo
10	Aplicar transparente con pistola de aire	Niebla de pulverización con mezclas químicas	Contaminación de aire
11	Desempapelado de la pieza	Residuos sólidos (papel y cinta adhesiva)	Contaminación de suelo
12	Pulido de la pieza	Residuos sólidos (contenedores y estopa)	Contaminación de suelo

La tabla 4.13 muestra un resumen de los impactos al ambiente identificados durante el proceso y su descripción

Tabla 4.13 Resumen de los riesgos ambientales identificados en el proceso

Impacto	Descripción del Riesgo
Contaminación de agua	Agua con restos de mezclas químicas
Contaminación de suelo	Generación de residuos sólidos (pedazos de lámina, lijas, estopas, papel, cinta adhesiva, contenedores de productos químicos).
Contaminación de aire	Generación de polvos, vapores con resto de pintura y niebla de pulverización

A continuación se muestran las operaciones donde se identificaron impactos al ambiente. La tabla 4.14 señala las operaciones en las cuales se presenta el riesgo de contaminación del recurso agua.

Tabla 4.14 Operaciones que generan contaminación del recurso agua

Operaciones
• Lijar la parte reparada con lija 36 con tacón de hule • Lijar la parte reparada con lija 80 • Lijar toda la pieza con lija 400 o 1200 • Lijar toda la pieza

En la tabla 4.15 se pueden ver las operaciones se genera contaminación al aire.

Tabla 4.15 Operaciones que generan contaminación del recurso aire

Operaciones
• Preparar la mezcla de bondo con catalizador • Lijar la parte reparada con lija 36 con tacón de hule • Lijar la parte reparada con lija 80 • Preparar mezcla de fondo de relleno con catalizador • Limpiar la pistola de aplicación con thinner • Aplicar fondo de relleno con pistola de aire • Limpiar la pistola con thinner • Lijar toda la pieza con lija 400 o 1200 • Preparar la mezcla de primer con catalizador • Limpiar la pistola de aire con thinner • Aplicación del primer con pistola de aire • Preparar la mezcla de pintura con reductor • Limpieza de la pistola de aire con thinner • Aplicar primera capa de pintura con pistola de aire • Aplicar segunda capa de pintura con pistola de aire • Lijar toda la pieza • Preparar la mezcla de materiales (transparente con catalizador) • Limpieza de la pistola con thinner • Aplicar transparente con pistola de aire

La tabla 4.16 es un resumen de las operaciones donde posiblemente se genere contaminación al suelo.

Tabla 4.16 Operaciones que generan contaminación del recurso suelo

Operaciones
• Desensamblar la parte dañada del resto del automóvil • Lijar la parte de la pieza con rehilete • Preparar la mezcla de bondo con catalizador • Aplicar el bondo con una espátula o cuña • Lijar la parte reparada con lija 36 con tacón de hule • Lijar la parte reparada con lija 80 • Preparar mezcla de fondo de relleno con catalizador • Limpiar la pistola de aplicación con thinner • Limpiar la pistola con thinner • Lijar toda la pieza con lija 400 o 1200 • Preparar la mezcla de primer con catalizador • Limpiar la pistola de aire con thinner • Preparar la mezcla de pintura con reductor • Limpieza de la pistola de aire con thinner • Lijar toda la pieza • Preparar la mezcla de materiales (transparente con catalizador) • Limpieza de la pistola con thinner • Aplicar transparente con pistola de aire • Desempapelado de la pieza • Pulido de la pieza

Resultados de la evaluación de los riesgos identificados. La evaluación de los riesgos ocupacionales y ambientales identificados se llevó a cabo a través de distintas metodologías descritas en ese apartado.

Riesgos Ocupacionales. A continuación se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de la exposición a ruido, malas posturas, temperaturas extremas, cortaduras, golpes y quemaduras.

Ruido. La evaluación del nivel de exposición al ruido en el establecimiento se realizó bajo los procedimientos que se indican en la NOM-11-STPS-2001 referente a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

La exposición a diferentes niveles de ruido se presenta durante el desarrollo de todo el proceso de restauración de la pieza, porque se utilizan herramientas como martillos, plancha, segueta, rehilete, hacha, cortadora, pistola de compacto, soldadora, lijadora, compresor y pistola de aire. Debido a las características particulares de las operaciones de carroceado y pintado y de que el lugar de trabajo es al aire libre, las mediciones se realizaron por jornada de trabajo y no por herramienta, ya que en una misma operación se pueden utilizar hasta 6 herramientas. El número de mediciones tomadas en el punto medición por horario se presentan en la tabla 4.17

Tabla 4.17 Número de mediciones

Horario	Total de mediciones por horario
9:00 – 10:00	3
10:00 – 11:00	5
11:00 – 12:00	2
12:00 – 13:00	2
13:00 – 14:00	3
14:00 – 15:00	1
15:00 – 16:00	2
16:00 – 17:00	2
Total de mediciones	20

Donde el total de mediciones por horario, significa la cantidad de días en que se tomaron lecturas en el horario marcado, de tal forma que durante el horario de 9 a 10 am se tomaron un total de tres mediciones, de 10 a 11 am, se tomaron 5 mediciones y así sucesivamente.

Con la información recabada durante las lecturas se calculó el Nivel Sonoro “A” NSA Promedio del punto de medición mediante la siguiente ecuación:

$$NS_{Ai} = 10 \log \frac{1}{250} \sum_{j=1}^{250} 10^{\frac{N_j}{10}}$$

Dónde:

NS_{Ai} es el NSA promedio del punto de medición i

N_j es el NSA registrado

En la tabla 4.18 se muestra El Nivel Sonoro A (NS_A) de las mediciones tomadas por horario

Tabla 4.18 Valores de NS_A

Horario	NS _A
9:00 - 10:00	69.278
10:00 - 11:00	92.910
11:00 - 12:00	81.787
12:00 - 13:00	76.290
13:00 - 14:00	70.930
14:00 - 15:00	71.703
15:00 - 16:00	73.762
16:00 - 17:00	75.788

Fue a través del cálculo del Nivel Sonora A, que se obtuvo el nivel de exposición al Ruido (NER), utilizando la fórmula establecida en la norma.

A partir del NS_{Ai} se determinó el Nivel de exposición al ruido NER con la siguiente expresión:

$$NER = 10 \log \sum_{i=1}^n t_i 10^{\frac{NS_{Ai}}{10}} - 10 \log T_e$$

Donde:

NS_{Ai} es el NSA promedio del punto de medición i

t_i es el tiempo de exposición en el punto de medición i

T_e es el tiempo total de exposición

La NOM-011 de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social marca 90 DB para una jornada de 8 horas como nivel permitido para un establecimiento de trabajo, como lo muestra la tabla 4.19, el Nivel de Exposición de Ruido (NER) no sobrepasa la Norma.

Tabla 4.19 Nivel de exposición de ruido registrado en el establecimiento

NOM-011-STPS 2001	NER en el establecimiento
90 DB	84.48 DB

Riesgos ergonómicos. Para la evaluación de los riesgos ergonómicos, en ambas estaciones de trabajo, se utilizó el procedimiento conocido como método OWAS (Ovako Working Analysis System) y el cual se muestra el anexo 5. La tabla 4.20 contiene los números obtenidos en el área de trabajo mecánico y carroceado. En esta estación se identificaron 6 posturas de riesgo diferentes y se hicieron 31 observaciones, para determinar la frecuencia en que se repetía la posición.

Tabla 4.20 Códigos de postura y riesgos para la estación de trabajo mecánico y carroceado

Número	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frecuencia	% Frec	Riesgo
1	2	1	2	1	15	50%	2
2	2	2	6	1	2	7%	3
3	4	1	1	1	4	13%	2
4	4	2	1	1	4	13%	3
5	4	3	1	1	3	10%	4
6	2	1	3	1	2	7%	2

En la tabla la columna referente a número, se refiere a las diferentes posturas detectadas en la estación, los valores de espalda, brazos, piernas y carga lo determina el método, la columna de frecuencia se refiere al número de veces que se detectó la postura durante el tiempo de evaluación (40-45 minutos), porcentaje de frecuencia y el riesgo, valor que se determina de la tabla del método.

La posición más crítica según el código (4-3-1-1) es espalda doblada con giro, con los dos brazos elevados, sentado y con una carga menor de 10 kg (Tabla 4.21). A pesar de que la

incidencia es apenas del 10%, según el código OWAS el riesgo 4 significa que la carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos para el sistema músculo esquelético.

Tabla 4.21 Postura con mayor riesgo

Código	Espalda	Brazos	Piernas	Carga
	4	1	5	1
Postura	Espalda doblada con giro	Los dos brazos hacia abajo	Arrodillado	Menos de 10 kg
Código	4			
Frecuencia	10%			

En la tabla 4.22 se muestran los resultados de la evaluación de la estación de pintura, para la evaluación se identificaron 6 posturas diferentes y se hicieron 21 observaciones.

Tabla 4.22 Códigos de postura para la estación de trabajo de pintura

Número	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
1	1	2	3	1	8	38%	1
2	2	2	5	1	6	29%	3
3	1	2	6	1	2	10%	1
4	4	1	6	1	5	24%	4

Resultados de la evaluación de riesgos ergonómicos. La posición más crítica según el código (4-1-6-1) es espalda doblada con giro, los dos brazos bajos, arrodillado y con una carga menor de 10 kg (Tabla 4.23). En este caso, el riesgo 4 es el tercero en incidencia en esa estación de trabajo, por lo que se tienen que tomar acciones correctivas inmediatamente.

Tabla 4.23 Postura con mayor riesgo en la estación de pintura

Código	Espalda	Brazos	Piernas	Carga
	4	1	6	1
Postura	Espalda doblada con giro	Los dos brazos bajos	Arrodillado	Menos de 10 kg
Código	4			
Frecuencia	24%			

Exposición a temperaturas extremas. Para evaluar el riesgo de exposición a temperaturas extremas, se decidió tomar un muestreo de las temperaturas durante los meses de julio y agosto; meses en los cuales, según la Comisión Nacional del Agua, se registran las temperaturas más altas en la ciudad de Hermosillo, Sonora. Para la toma de las temperaturas ambientes se utilizó un termómetro ambiental marca Honeywell, Modelo TM001: que cuenta con unidades de medición en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) y grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), teniendo una resolución de 0.1°C y 0.1°F , y un alcance de 100°C y 120°F .

La ubicación de los lugares de muestreo para la temperatura ambiente fue el área donde se desarrollan el grueso de las actividades del taller, dicha área cuenta como techo con una lona que cubre solo la mitad del área total y las paredes, en realidad, son las bardas perimetrales del taller. Por lo que se consideró, que las operaciones finalmente se realizan al aire libre.

La tabla 4.24 muestra los datos obtenidos durante el mes de julio y la tabla 4.25 los del mes de agosto.

Tabla 4.24 Temperaturas registradas durante el mes de julio

Fecha	Hora	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Fecha	Hora	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Fecha	Hora	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
01/07/2010	13:30	48	12/07/2010	10:45	34	22/07/2010	10:00	32.2
02/07/2010	15:45	44.2	13/07/2010	17:30	35.1	23/07/2010	17:30	42
03/07/2010	10:45	32.7	14/07/2010	10:00	36.4	24/07/2010	11:00	35.9
05/07/2010	11:55	32	15/07/2010	17:30	37.1	26/07/2010	17:10	39
06/07/2010	13:30	40.4	16/07/2010	13:05	46.5	27/07/2010	9:10	32
07/07/2010	17:00	39.8	17/07/2010	10:05	34.1	28/07/2010	16:30	38
08/07/2010	9:55	34	19/07/2010	10:30	34.4	29/07/2010	11:00	38
09/07/2010	17:05	42	20/07/2010	15:45	43.5	30/07/2010	1:15	42
10/07/2010	11:00	34.1	21/07/2010	10:00	35.2	31/07/2010	10:05	35

La temperatura máxima a la que se expusieron los trabajadores durante el mes de julio fue de 48°C , temperatura registrada durante un día del mes de julio.

Tabla 4.25 Temperaturas registradas durante el mes de agosto

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Fecha	Hora	Temperatura (°C)
02/08/2010	1:30	40	12/08/2010	10:45	34.9	23/08/2010	10:00	40.4
03/08/2010	17:30	43	13/08/2010	17:30	44	24/08/2010	16:12	43
04/08/2010	11:00	44	14/08/2010	10:00	31.3	25/08/2010	11:30	44
05/08/2010	17:10	44	16/08/2010	17:30	36	26/08/2010	9:35	35.7
06/08/2010	9:10	34.8	17/08/2010	15:45	38	27/08/2010	12:00	42.5
07/08/2010	16:30	39	18/08/2010	10:45	40	28/08/2010	10:00	40.5
09/08/2010	11:00	40.4	19/08/2010	11:55	42.5	30/08/2010	17:00	38
10/08/2010	13:05	41.5	20/08/2010	13:30	40	31/08/2010	13:50	39
11/08/2010	10:05	35.2	21/08/2010	11:00	38.5			

La temperatura máxima a la que se expusieron los trabajadores durante el mes de agosto fue de 44⁰C, temperatura registrada durante cuatro días del mes de agosto.

Riesgos a sufrir cortaduras, quemaduras o golpes. Las tablas 4.26 y 4.27 muestran los dos accidentes de trabajo y un incidente ocurridos durante el período de observación respectivamente. De estos accidentes no se lleva un registro formal.

Tabla 4.26 Relación de accidentes ocurridos en el taller durante el período de observación

Descripción	Se atendió con doctor	Se incapacito el trabajador
Cortadura en la cabeza con la lámina del carro	No	No
Una caída provocada por un tropezón con el gato hidráulico.	No	No

Tabla 4.27 Incidente ocurrido en el taller durante el período de observación

Descripción	Acciones
Conato de incendio, provocado por la chispas de la soldadora en el cartón utilizado para proteger la alfombra del carro	Se utilizó el mismo cartón para sofocar el conato de incendio.

Riesgos químicos. Para evaluar la presencia de algunos gases tóxicos en el ambiente del establecimiento se utilizó el método de tubos colorimétricos, debido a que es un método que presenta ventajas como escaso mantenimiento, poco peso y sencillo manejo, fácil uso y lectura instantánea. Los tubos son de vidrio rellenos de un soporte sólido granular

(generalmente silica- gel) impregnado en una sustancia específica para cada contaminante. El sistema completo de medición se compone de los tubos y de la bomba de fuelle de accionamiento manual. El procedimiento consistió en colocar el tubo en la bomba y aspirar aire directamente en la zona de trabajo, la bomba tiene una cadenilla que al quedar tensa indica que pasaron al interior del tubito 100 cm³ del aire, cantidad requerida para el análisis. La presencia de una coloración verde o parda de la capa indicadora del tubito, señaló la existencia de una cantidad relativamente grande de impurezas peligrosas en el aire. En este caso, los químicos detectados fueron tolueno y xileno.

Por otro lado, se optó como alternativa de evaluación el uso de la información contenida en las Hojas de Seguridad de las sustancias utilizadas, que indica los riesgos potenciales que podría enfrentar el trabajador y por consecuencia el medio ambiente. Las tablas 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33 y 4.34 muestran los potenciales daños a la salud derivados de la utilización del thinner, pintura automotriz, transparente, primer, reductor, catalizador y bondo, respectivamente.

Tabla 4.28 Daños potenciales a la salud por el uso del thinner

Operación	Limpieza de pistola
Químico	Thinner
Exposición	Exposición a vapores
Daño potencial	Confusión, mareos, náuseas, inconsciencia, sopor, secar la piel, enrojecimiento de ojos

Tabla 4.29 Daños potenciales a la salud por el uso de pintura automotriz

Operación	Preparación y aplicación de la pintura
Químico	Pintura automotriz
Exposición	Exposición a gases y a niebla de pulverización
Daño potencial.	Puede causar irritación de nariz y garganta. Puede causar depresión en el sistema nervioso central caracterizado por los siguientes síntomas progresivos: Dolor de cabeza, Aturdimiento, mareo, pérdida del equilibrio, confusión, pérdida del conocimiento. Estudios hechos han asociado el sobre-exposición repetido y prolongado a solventes con daños permanentes al cerebro y al sistema nervioso central. Si este producto contiene o está mezclado con un isocianato a manera de Activador/endurecedor, los siguientes riesgos a la salud pueden aplicar: La exposición a ISO cianatos puede causar sensibilización respiratoria. Este efecto puede ser permanente. Los síntomas incluyen una reacción alérgica tipo Asma con falta de respiración, respiración silbante, Tos o sensibilización permanente de los pulmones. El efecto puede durar varias horas después de la exposición. La sobre-exposición repetida a isocianatos puede dañar los pulmones y disminuir su capacidad respiratoria, lo cual puede ser permanente. Individuos con problemas respiratorios, de pulmón o con antecedentes de sensibilidad a isocianatos no deben exponerse a los vapores de este producto

Tabla 4.30 Daños potenciales a la salud por el uso del transparente

Operación	Preparar la mezcla del transparente con catalizador
Químico	Transparente
Exposición	Exposición a gases
Daño potencial: Puede causar irritación de nariz y garganta. Puede causar depresión en el sistema nervioso central caracterizado por los siguientes síntomas progresivos: Dolor de cabeza, Aturdimiento, mareo, pérdida del equilibrio, confusión, pérdida del conocimiento. Estudios hechos han asociado el sobre-exposición repetido y prolongado a solventes con daños permanentes al cerebro y al sistema nervioso central. Si este producto contiene o está mezclado con un isocianato a manera de Activador/endurecedor, los siguientes riesgos a la salud pueden aplicar: La exposición a ISO cianatos puede causar sensibilización respiratoria. Este efecto puede ser permanente. Los síntomas incluyen una reacción alérgica tipo Asma con falta de respiración, respiración silbante, Tos o sensibilización permanente de los pulmones. El efecto puede durar varias horas después de la exposición. La sobre-exposición repetida a isocianatos puede dañar los pulmones y disminuir su capacidad respiratoria, lo cual puede ser permanente. Individuos con problemas respiratorios, de pulmón o con antecedentes de sensibilidad a isocianatos no deben exponerse a los vapores de este producto.	

Tabla 4.31 Daños potenciales a la salud por el uso del Primer (fondo universal)

Químico	Primer
Exposición	Exposición a gases
Daño potencial. Puede causar irritación de nariz y garganta. Puede causar depresión en el sistema nervioso central caracterizado por los siguientes síntomas progresivos: Dolor de cabeza, Aturdimiento, mareo, pérdida del equilibrio, confusión, pérdida del conocimiento. Estudios hechos han asociado el sobre-exposición repetido y prolongado a solventes con daños permanentes al cerebro y al sistema nervioso central. Si este producto contiene o está mezclado con un isocianato a manera de Activador/endurecedor, los siguientes riesgos a la salud pueden aplicar: La exposición a ISO cianatos puede causar sensibilización respiratoria. Este efecto puede ser permanente. Los síntomas incluyen una reacción alérgica tipo Asma con falta de respiración, respiración silbante, Tos o sensibilización permanente de los pulmones. El efecto puede durar varias horas después de la exposición. La sobre-exposición repetida a isocianatos puede dañar los pulmones y disminuir su capacidad respiratoria, lo cual puede ser permanente. Individuos con problemas respiratorios, de pulmón o con antecedentes de sensibilidad a isocianatos no deben exponerse a los vapores de este producto.	

Tabla 4.32 Daños potenciales a la salud por el uso del reductor

Químico	Reductor
Exposición	Exposición a gases
Daño potencial Puede causar irritación de nariz y garganta. Puede causar depresión en el sistema nervioso central caracterizado por los siguientes síntomas progresivos: Dolor de cabeza, Aturdimiento, mareo, pérdida del equilibrio, confusión, pérdida del conocimiento. Estudios hechos han asociado el sobre-exposición repetido y prolongado a solventes con daños permanentes al cerebro y al sistema nervioso central. Si este producto contiene o está mezclado con un isocianato a manera de Activador/endurecedor, los siguientes riesgos a la salud pueden aplicar: La exposición a ISO cianatos puede causar sensibilización respiratoria. Este efecto puede ser permanente. Los síntomas incluyen una reacción alérgica tipo Asma con falta de respiración, respiración silbante, Tos o sensibilización permanente de los pulmones. El efecto puede durar varias horas después de la exposición. La sobre-exposición repetida a isocianatos puede dañar los pulmones y disminuir su capacidad respiratoria, lo cual puede ser permanente. Individuos con problemas respiratorios, de pulmón o con antecedentes de sensibilidad a isocianatos no deben exponerse a los vapores de este producto.	

Tabla 4.33 Daños potenciales a la salud por el uso del catalizador

Químico	Catalizador
Exposición	Exposición a gases
Daño potencial	
Puede causar irritación de nariz y garganta. Puede causar depresión en el sistema nervioso central caracterizado por los siguientes síntomas progresivos: Dolor de cabeza, Aturdimiento, mareo, pérdida del equilibrio, confusión, pérdida del conocimiento. Estudios hechos han asociado el sobre-exposición repetido y prolongado a solventes con daños permanentes al cerebro y al sistema nervioso central. Si este producto contiene o está mezclado con un isocianato a manera de Activador/endurecedor, los siguientes riesgos a la salud pueden aplicar: La exposición a ISO cianatos puede causar sensibilización respiratoria. Este efecto puede ser permanente. Los síntomas incluyen una reacción alérgica tipo Asma con falta de respiración, respiración silbante, Tos o sensibilización permanente de los pulmones. El efecto puede durar varias horas después de la exposición. La sobre-exposición repetida a isocianatos puede dañar los pulmones y disminuir su capacidad respiratoria, lo cual puede ser permanente. Individuos con problemas respiratorios, de pulmón o con antecedentes de sensibilidad a isocianatos no deben exponerse a los vapores de este producto.	

Tabla 4.34 Daños potenciales a la salud por el uso de bondo

Químico	Bondo
Exposición	Exposición a polvos con resto de pintura y polvo
Daño potencial	
De ojos, nariz y garganta, dolores de cabeza, pérdida de coordinación, náusea, daño al hígado, riñones y sistema nervioso central. Algunos compuestos orgánicos pueden causar cáncer en animales y algunos se sospecha o se sabe que causan cáncer en humanos. Signos de número o los síntomas asociados con la exposición a compuestos orgánicos volátiles son irritación conjuntival, nasal y molestias de garganta, dolor de cabeza, reacción alérgica de la piel, disnea, la disminución de los niveles de colinesterasa sérica, náuseas, vómitos, epistaxis, fatiga, mareos.	

Resultados de la evaluación de los riesgos ocupacionales

La tabla 4.35 muestra un resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de los riesgos ocupacionales identificados.

Tabla 4.35 Resumen de la evaluación de los riesgos ocupacionales identificados

Exposición a Ruido	84.48 dB
Riesgos Ergonómicos	Dos posturas de riesgo 4
Exposición a temperaturas extremas	Temperaturas que oscilan entre 8 ⁰ C y 41 ⁰ C
Riesgos a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras	Se registraron varios accidentes durante el período de observación.
Riesgos Químicos	Las hojas de seguridad de los químicos utilizados, muestran potenciales daños a la salud por su utilización. Los tubos colorimétricos determinaron la existencia en el aire de xileno y tolueno

Riesgos Ambientales

Para llevar a cabo la evaluación de los riesgos químicos identificados, se estimaron las cantidades utilizadas en el proceso a través del seguimiento de 21 carros que fueron atendidos durante un mes en el taller (Tabla 4.36).

Tabla 4.36 Requerimientos de materia prima en un mes para 21 carros

Carros	Thinner /lts	Pintura /lts	Transparente /lts	Primers /lts	Lija /lts	Reductor /lts	Catalizador /lts	Estopa /gr	Cinta /rollo	Bondo /lts	Periódico /lts	Polish /lts
7	2.8	3.5	1.4	2.19	17.5	2.92	0.66	218.75	7	2.625	7	1.46
2	1.6	2	0.8	1.25	10	1.67	1.67	125	2	1.5	4	0.83
5	6	7.5	3	4.69	37.5	6.25	1.41	625	10	5.6	12.5	3.13
2	3.2	4	2.5	2.5	20	3.33	0.75	250	6	3	6	1.67
4	8	10	4	6.25	50	8.33	1.88	625	12	7.5	16	4.17
1	2.4	3	1.2	1.88	15	2.50	0.28	187.5	4	2.25	5	1.25
21	24	30	12.9	18.75	150	25	6.64	2031.25	41	22.5	50.5	12.50

Cada uno de los automoviles presentaban diferentes requerimientos de reparación ya fuera por daño en la carrocería o simplemente por requerir una restauración en la pintura. La estandarización de las cantidades utilizadas resultó complejo debido a que las proporciones bondo-catalizador, fondo-catalizador, primer-catalizador, pintura-reductor y transparente-catalizador, el pintor las hace a calculo por experiencia. Las cantidades que se obtuvieron de los materiales como transparente, fondo de relleno, thinner, primer, reductor, bondo y polish se derivó de la cantidad de pintura esmalte utilizada en el arreglo o restauración del automóvil, cantidad que fluctuó entre 0.5 lt a 3.5 lts. En el caso del periódico, cinta y estopa se determinó en el lugar.

El resumen de las cantidades de materiales utilizados se muestran en la tabla 4.37

Tabla 4.37 Resumen de las cantidades de materiales utilizados en un mes

Material	Total	Unidad
Thinner	24	Lt
Pintura esmalte	30	Lt
Transparente	12.9	Lt
Primer	18.75	Lt
Lija	150	Pza
Reductor	25	Lt
Catalizador	6.64	Lt
Estopa	2031.25	Gramos
Masking tape	41	Rollo
Bondo	22.5	Lt
Periódico	50.5	Kg
Polish	12.50	Lt

Desechos sólidos. Los desechos sólidos generados fueron calculados a partir de los insumos utilizados en el proceso de restauración y pintado de 21 automóviles atendidos en el taller en un período de un mes.

La tabla 4.38 muestra las cantidades obtenidas.

Tabla 4.38 Residuos sólidos generados en un mes

Cantidad	Tipo de residuo	Unidad
24	Contenedores de thinner	Pieza
30	Contenedores de pintura	Pieza
4	Contenedores de primer	Pieza
3	Contenedores de transparente	Pieza
150	Lijas	Pieza
2	Estopa	Kilo
41	Rollos de masking tape	Rollo
6	Contenedores de reductor	Pieza
5	Contenedores de bondo	Pieza
50	Papel periódico	Kilo
24	Contenedores de polish	Pieza

Emisiones. En la tabla 4.39 se muestra la fórmula para el cálculo de emisiones de VOC (Compuestos Volátiles Orgánicos) proporcionada por la Wisconsin Department of Natural Resources (WDNR) el cual consistió en multiplicar la cantidad de galones de materiales utilizados en un mes por la cantidad de VOC de cada material, cantidad que se obtiene de la Hoja de Seguridad.

Tabla 4.39 Fórmula para cálculo de emisiones de VOC en una carrocería

$$X \text{ gallons per month} \times Y \text{ pounds VOC per gallon} = Z \text{ lbs VOC per month}$$

Donde X= son los galones de material utilizados por mes en el taller

Donde Y= son los VOC contenidos en el material

Y Z= es el total de emisiones de VOC en el mes

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.40

Tabla 4.40 Cálculo de emisiones de VOC emitidas por el taller en un mes

Material	Cantidad utilizada por mes/lts	Convertidos a galones para efectos de la formula	Lb/gal	Libras de VOC al mes
Thinner	24	6.34	7.23	45.84
Pintura esmalte	30	7.93	0.84	0.66
Transparente	12.9	3.41	4.42	15.06
Reductor	25	6.60		
Catalizador	6.64	1.75		
Bondo	22.5	5.94	1.29	11.29
Total de emisiones				72.85

Resultados de la evaluación de los métodos de control. En este apartado se presenta la evaluación de controles de ingeniería, administrativos y la utilización de equipo de protección personal, obteniéndose los siguientes resultados.

Controles de Ingeniería. En general la carrocería no cuenta con controles de ingeniería, ya que no tiene ningún sistema de ventilación, ni sistema de reciclado de solventes, tampoco un sistema cerrado para la limpieza de la pistola ni tampoco lugar adecuado para guardarla.

Para las operaciones de pintado, no se cuenta con una cabina de pintado, ni tampoco con un área aislada para llevar a cabo dicha operación. Las operaciones de preparación de las mezclas de bondo, fondo de relleno, primer, pintura y transparente se realizan en una mesa, que se encuentra en un área abierta, solamente protegida por un improvisado techo de lona (Figura 4.9).



Figura 4.9 Área de mezclado

Controles Administrativos. En el caso de controles administrativos, éstos no existen. No se lleva ningún tipo de supervisión formal o por escrito de las actividades de los empleados; tampoco, se lleva algún control en cuanto a la hora de entrada y salida de los trabajadores, sobre todo porque el trabajo se realiza a destajo. El establecimiento no tiene programa de riesgos escrito, ni hojas de seguridad disponibles. Las instalaciones carecen de señales o avisos de advertencia sobre posibles daños a la salud. Tampoco se lleva un inventario formal de las cantidades de materiales utilizados, mucho menos de los desechos.

Equipo de protección Personal. El taller cuenta con dos Máscaras de Medio Rostro MSA Advantage 200 M, el cual es utilizado para las operaciones de pintado (Figura 4.10). Sin embargo, al inspeccionarlos se comprobó que los filtros raramente eran cambiados, revisados o puestos a prueba a pesar de su uso frecuente.



Figura 4.10 Máscara de medio rostro

No se observó que utilicen algún tipo de protección para la piel en ninguna de las operaciones del proceso, donde se utilizan químicos, como mezclar la pintura, rociarla, limpiar la pistola de pintar y lijar la pintura. Tampoco cuentan con algún tipo de ropa especial como overoles, camisas manga larga, uniformes, ni lentes de protección.

En el establecimiento cuentan con una careta para soldar tipo concha, marca Spartan, que no tiene cinta sujetadora, lo que implica que al utilizarla el operador debe detenerla con una mano, mientras con la otra realiza la operación de soldar (Figura 4.11), en ésta operación en especial, el riesgo se incrementa porque el trabajador coloca un cartón para proteger la

alfombra del automóvil, sin medir las consecuencias de que el cartón se incendie por las chispas que genera el soldar.



Figura 4.11 Operación de soldado, con EPP en malas condiciones y con un cartón como protección de la alfombra del automóvil

Evaluación externa. La evaluación externa se efectuó aplicando una encuesta a 10 de los vecinos más cercanos de la carrocería y los 2 principales proveedores del taller. La tabla 4.41 muestra la información general emitida por los vecinos. La mayoría de los participantes en esta encuesta, 50%, han vivido entre 6 y 10 años cerca de un taller de carrocería. 50% de las casas están a una distancia de 30 metros o menos de la carrocería y 69% están a una distancia de entre 30 y menos de 100 metros. En promedio, 3 adultos y un niño habitan en cada una de estas viviendas. 90% de los habitantes no tienen alguna enfermedad crónica.

Tabla 4.41 Información general emitida por los vecinos

Años viviendo cerca del taller		Suma	%	Media
	0-5 años	3	30%	
	6- 10 años	5	50%	
	11-15 años	0	0%	
	Más de 15	2	20%	
Distancia al taller	30 mts o menos	5	50%	
	Más de 30 mts y menos de 100 mts	5	50%	
Personas que viven en casa				3
Bebés				0
Niños				1
Ancianos				0
Embarazadas				0
Enfermos crónicos	No	9	90%	
	Si	1	10%	

La tabla 4.42 muestra que el 60% de los vecinos encuestados encuentran la operación de las carrocerías molesta, principalmente porque ocupan los espacios de sus estacionamientos. El 80% de las quejas se debe a este concepto. Esto es seguido del ruido con el 70%, mientras que los malos olores reciben el 40% de las inconformidades.

Tabla 4.42 Inconformidades externadas por los vecinos

		Suma	%
Molestia por las actividades de la carrocería	No	4	40%
	Si	6	60%
Olores	No	6	60%
	Si	4	40%
Estacionamiento	No	2	20%
	Si	8	80%
Porque ingieren bebidas alcohólicas	No	10	100%
	Si	0	0%
Ruido	No	3	30%
	Si	7	70%

Dentro de la evaluación externa, también se aplicó una encuesta (anexo 7) a los principales proveedores del taller. La tabla 4.43 muestra los datos generales de los 3 proveedores a los cuales el taller les compra los materiales que utilizan.

Tabla 4.43 Datos generales de los proveedores del taller

		Totales	%
Antigüedad en el negocio	0 a 5 años	0	0
	6 a 10 años	4	67%
	11 a 15 años	1	33%
	Más de 16 años	1	33%
Marca representada	Dupont	2	33%
	PPG	1	17%
	Max	2	33%
	Sherwin Williams	1	17%
Vende directamente a las carrocerías	Si	6	100%
	No	0	0%

En la tabla 4.44 puede observarse la información proporcionada por los proveedores sobre el tema de las regulaciones

Tabla 4.44 Información sobre regulaciones

		Totales	%
Área de Ventas	Hermosillo, Sonora	2	33
		4	67
Permisos	No	0	0
	Si	6	100
Conoce las regulaciones ambientales y ocupacionales	No	1	17
	Si	5	83
Provee entrenamiento a sus empleados	No	1	17
	Si	5	83
Es debido a las regulación	No	6	100
	Si	0	0
Provee HDS	No	5	83
	Si	1	17
Es debido a la regulación	No	6	100
	Si	0	0
Previene sus emisiones	No	6	100
	Si	0	0
Es debido a las regulaciones	No	6	100
	Si	0	0
Lo hace de acuerdo a las políticas de la empresa representada	No	5	83
	Si	1	17

Informe. La priorización de los elementos se hizo a través de los siguientes criterios:

- a) El riesgo a la salud del trabajador o al medio ambiente local, regional o global es de gran relevancia, en términos de magnitud, severidad del impacto, la duración y frecuencia del mismo o su probabilidad de ocurrencia.
- b) Está relacionado con cumplimiento de alguna regulación
- c) Puede ser controlado o tener influencia en su control por los miembros del equipo de sustentabilidad
- d) Relevancia para la empresa

En base a la experiencia y conocimiento del asesor externo, se ponderó cada riesgo ocupacional y ambiental desde una visión integral de los criterios antes mencionados.

Si los riesgos son regulados se documentó con un “Si” y un “No” en caso contrario, para los demás se utilizó la escala numérica del 0 al 3, con los siguientes significados:

0 Nada 1 Poco 2 Regular 3 Demasiado

Cualquier riesgo ambiental u ocupacional que es regulado y que le sea asignado un valor positivo en el criterio b, automáticamente se consideró significativo y se le ponderó con el valor máximo de significancia (9).

Si el riesgo ocupacional o ambiental no era regulado, se le asignó un valor por criterio restante a cada riesgo ambiental u ocupacional, sumando los tres valores para obtener el total.

Los riesgos ocupacionales o ambientales con mayor puntuación, fueron los de mayor jerarquía. En el caso en que hubo empate, se priorizó el que tuvo mayor valor en los criterios; si el empate persistía, la mayor jerarquía se asignó al que tenía la mayor suma de los criterios de las tablas.

Las tablas 4.45 y 4.46 muestran los resultados de los elementos a priorizados.

Tabla 4.45 Elementos a evaluar contra tipo del riesgo ocupacional de la estación de trabajo “mecánica y carroceado”

Elemento	Riesgo Ocupacional			
	Riesgo Químico	Riesgo Físico	Riesgo Ergonómico	Otros Riesgos
Exposición a ruido		x		
Exposición a temperaturas extremas		x		
Posiciones incómodas			x	
Exposición a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras				x
Exposición a polvo con resto de pintura	x			
Exposición a emisiones de productos químicos	x			

Tabla 4.46 Elementos a evaluar contra riesgo ocupacionales de la estación de pintura

Elemento	Riesgo Ocupacional		
	Riesgo Químico	Riesgo Físico	Riesgo Ergonómico
Exposición a emisiones por mezcla de productos químicos	x		
Exposición a temperaturas extremas		x	
Exposición a nieblas de pulverización de productos químicos	x		
Posiciones incómodas			x

Las tablas 4.47 y 4.48 muestran los elementos a priorizar contra el tipo de riesgo ambiental generado por estación de trabajo.

Tabla 4.47 Elementos a evaluar contra riesgo ambiental de la estación de trabajo “mecánica y carroceado”

Elemento	Riesgo Ambiental		
	Contaminación del Agua	Contaminación del Aire	Contaminación del Suelo
Generación de Residuos Sólidos (Pedazos de lámina)			x
Generación de residuos sólidos (lijas)			x
Generación de polvos con resto de pintura	x	x	
Vapores de productos químicos		x	
Generación de residuos sólidos (contenedores, estopas)			x
Residuos sólidos de mezclas químicas			x

Tabla 4.48 Elementos a evaluar contra riesgo ambiental de la estación de Pintura

Elemento	Riesgo Ambiental		
	Contaminación del Agua	Contaminación del Aire	Contaminación del Suelo
Vapores de productos químicos		x	
Residuos sólidos (contenedores y estopas)			x
Niebla de pulverización con mezclas químicas		x	
Polvo con resto de pintura		x	
Agua con restos de mezclas de productos químicos	x		
Residuos sólidos (lijas)			x
Residuos sólidos (papel y cinta adhesiva con restos de pintura)			x

4.2.2.3 Establecimiento de Objetivos y Metas. El equipo de sustentabilidad decidió que en la primera iteración del programa, los objetivos y metas se enfocaran a prevenir, disminuir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales derivados del uso de sustancias químicas. Por otra parte, el manejo de éste tipo de sustancias, en los centros de trabajo, implican el cumplimiento de alguna normatividad derivada de la Ley Federal del Trabajo (LFT) en la parte ocupacional o de la Ley General Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) en términos ambientales. Los objetivos y metas, quedaron como sigue:

Objetivo 1. Incrementar las capacidades de los trabajadores en aspectos ocupacionales y ambientales

Meta 1.1. Capacitar al 100% de los trabajadores sobre tópicos ocupacionales y ambientales relacionados con sus actividades

Objetivo 2. Prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales generados por la adquisición, almacenaje y uso de sustancias peligrosas.

Meta 2.1. Sustituir el 10% de las compras totales de materiales peligrosos por productos menos tóxicos.

Meta 2.2. El 100% de las sustancias químicas del establecimiento deberán contar con su Hoja de Seguridad disponible.

Meta 2.3. Establecer un área exclusiva para el almacenamiento de las sustancias peligrosas

Meta 2.4. Establecer un efectivo Sistema para la Identificación y Comunicación de Riesgos por Sustancias Químicas de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994.

Meta 2.5. Contar con un área de trabajo limpia y segura

Meta 2.6. Utilizar tecnología y equipo de protección personal recomendado por NIOSH en el 100% de las operaciones que impliquen el uso de sustancias peligrosas

Meta 2.7 Diseñar e implementar un plan de contingencias

Objetivo 3. Prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales derivados de la disposición final de los materiales peligrosos.

Meta 3.1. Manejar el 100 % de los residuos sólidos generados en el taller a acuerdo al Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos del Municipio.

Objetivo 4. Prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales a exposición a ruido y riesgos ergonómicos

Meta 4.1 El 100% de los trabajadores deberán utilizar el equipo de protección personal recomendado por NIOSH en las actividades que se generen ruido.

Meta 4.2. Modificar el 100% de las posiciones catalogadas por el método OWAS con riesgo 4

4.2.2.4 Opciones de Sustentabilidad. En esta sección muestra los diagramas causa-efecto que se elaboraron para cada uno de los riesgos ocupacionales y ambientales identificados en el proceso.

a) Causas de los riesgos ocupacionales

Ruido. La figura 4.12 muestra el diagrama causa-efecto relativo al riesgo ocupacional de exposición a ruido, el diagrama identifica cinco espinas como las causantes del riesgo y corresponden a tecnología, recurso humano, área de trabajo, administración y operaciones.

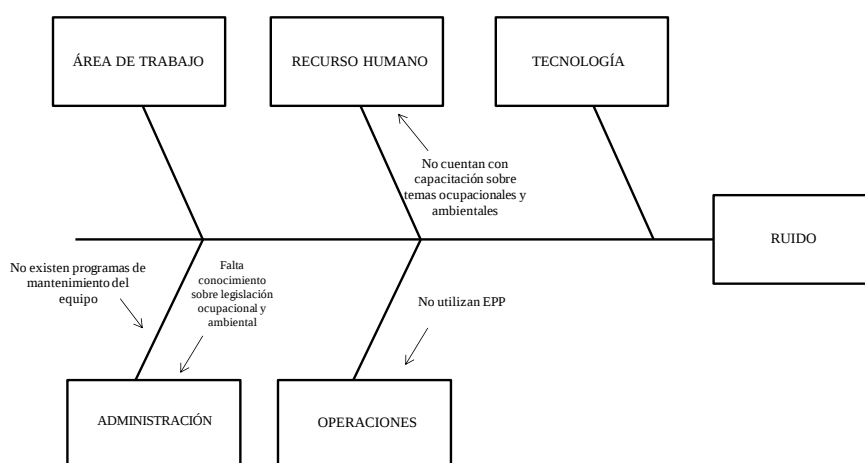


Figura 4.12 Diagrama causa-efecto de la exposición a ruido

La primera espina que corresponde a tecnología identificó que el estado físico, de la mayoría del equipo y herramientas que utilizan no se encuentra en condiciones optimas de operación, ya que algunas se observan obsoletas; otras sucias, con carencia de mantenimiento y no cuentan con un área de almacenamiento cerrado, situación que favorece generen que más ruido del esperado. En la espina referente a recurso humano se aprecia como los trabajadores del lugar carecen de capacitación con respecto a temas relacionados con riesgos ambientales y ocupacionales. Por otro lado, en la espina sobre operaciones se identificó que los empleados del establecimiento no utiliza equipo de protección personal (EPP), este caso protección auditiva, durante actividades que impliquen utilizar equipo generador de ruido. El área de trabajo donde se realizan las actividades se encuentra al aire libre, pero aún así se requieren controles de ingeniería que minimicen la exposición.

La espina que refiere al punto de administración, encontró que en el establecimiento no se cuenta con un programa de mantenimiento escrito o por lo menos un archivo que contenta información sobre el equipo y herramientas existente ni tampoco tienen un inventario. Asimismo, se detectó un total desconocimiento sobre el cumplimiento de la normatividad aplicable a éste riesgo.

Ergonómicos. En el caso del los riesgos ergonómicos, las causas potenciales se muestran en el diagrama de Ishikawa de la figura 4.13 el cual contiene tres espinas correspondientes a tecnología, recurso humano y operaciones.

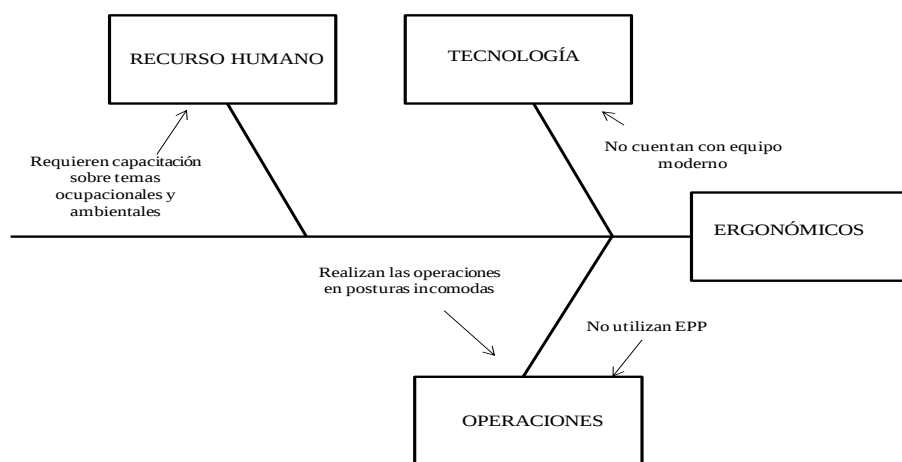


Figura 4.13 Diagrama causa-efecto para los riesgos ergonómicos

La espina sobre tecnología identificó como causa del riesgo la utilización de herramientas en mal estado o improvisadas para realizar las operaciones. Por otro lado, durante las operaciones y actividades del proceso se requiere levantar equipos pesados, lo cual se efectúa sin equipo de protección personal.

En lo que respecta al recurso humano, se detectó como causa el desconocimiento sobre las consecuencias de trabajar en cunluillas, arrodillados, agachados, entre otras posiciones que derivan en una postura incorrecta para trabajar.

Exposición a Temperaturas extremas.

Para conocer las causas de los riesgos de exposición a temperatura extremas se formuló el diagrama de la figura 4.14 donde se identificó la espina sobre área de trabajo, concluyéndose que el problema radica en que el trabajo se realiza a la intemperie y el local no cuenta con ventilación artificial para mitigar el calor ni paredes en el caso del frío.

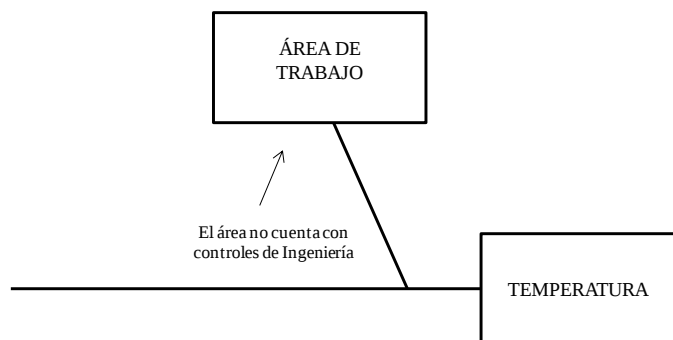


Figura 4.14 Diagrama causa-efecto del riesgo a temperaturas extremas

Exposición a Cortaduras, golpes y quemaduras.

Las principales causas que generan riesgos de sufrir cortaduras, golpes y quemaduras son tecnología, operaciones, administración, recurso humano y área de trabajo, mismas que son mostradas en la figura 4.15. En este caso se encontró que la espina correspondiente a tecnología sugiere que la herramienta que utilizan no se encuentra en óptimas condiciones, ya que es evidente la falta de mantenimiento.

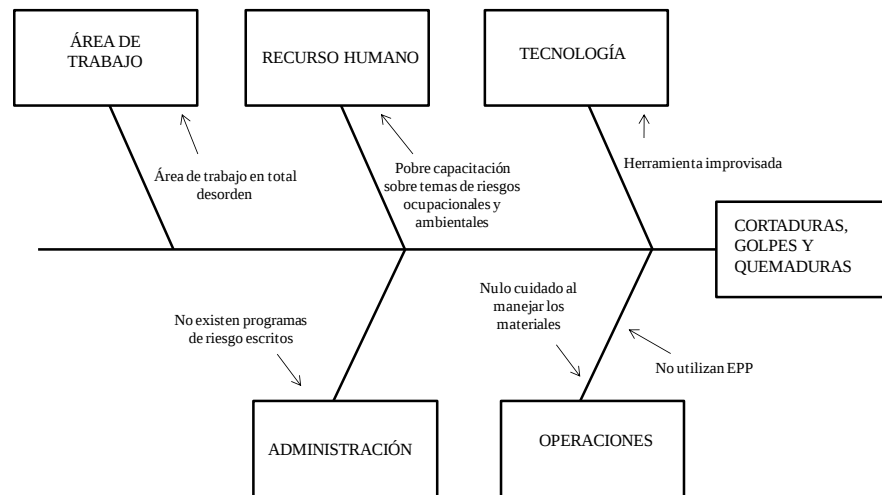


Figura 4.15 Diagrama causa-efecto del riesgo a sufrir cortaduras, golpes y quemaduras

Por otro lado, la espina sobre las operaciones detectó que en algunas de ellas no se utiliza equipo de protección personal para llevarlas a cabo y en aquellas donde raramente se utiliza, éste se encuentra en pésimas condiciones como es el caso de la careta para soldar.

La espina que se refiere al rubro de la administración detectó que en el establecimiento no se cuenta con un programa de riesgos por escrito

También se identificó como causa de éste riesgo, el recurso humano, ya que realizan sus operaciones bajo condiciones de bastante riesgo al utilizar herramientas como martillos, hachas, cortadoras sin protección.

Por otro lado, el área de trabajo se encuentra en total desorden, ya que las herramientas no cuentan con un lugar específico para guardarse lo que contribuye a incrementar la posibilidad de una caída o golpe.

Riesgo ocupacional químico

La figura 4.16 muestra el diagrama causa-efecto del riesgo ocupacional químico, mismo que contiene seis espinas: tecnología, recurso humano, área de trabajo, administración, operaciones y materiales.

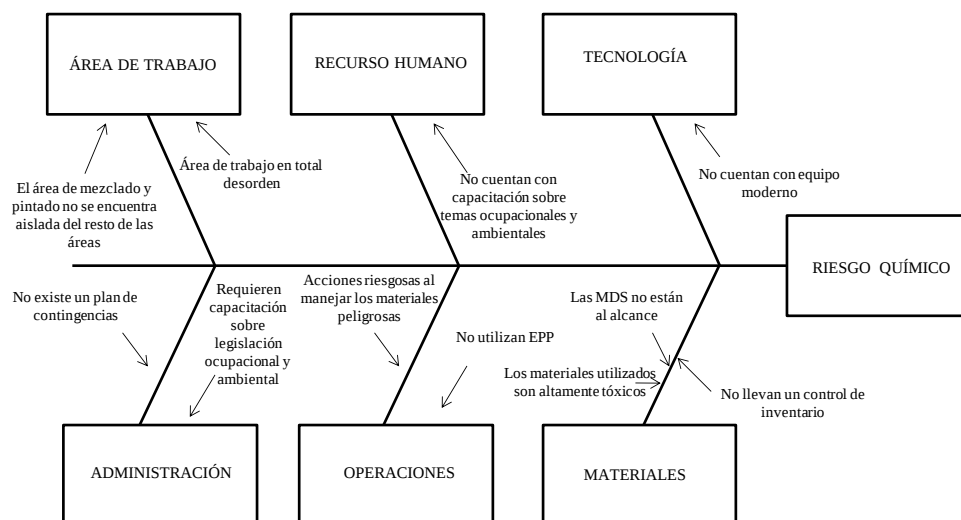


Figura 4.16 Diagrama causa-efecto de exposición a riesgo químico

La primera, tecnología, se refiere al equipo que utilizan para llevar a cabo las operaciones de pintado, que en este caso es una pistola de alto volumen y baja presión (HLVP) y que es la recomendada por NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) para éste tipo de operaciones; sin embargo, ésta herramienta no se encuentra en las condiciones más óptimas de limpieza, ni cuenta con un lugar especial para guardarse.

La espina correspondiente al recurso humano, señala la falta de capacitación y toma de conciencia sobre los efectos a la salud y al ambiente derivados de la manipulación y exposición a sustancias tóxicas como solventes, pinturas, transparente, bondo, catalizadores, sobre todo aquellas que contienen isocianatos. En lo que respecta al área de trabajo, ésta no cuenta con controles de ingeniería que brinden la protección requerida para el uso de las sustancias mencionadas.

La espina, referente a la administración encontró que a pesar de trabajar con productos químicos peligrosos, el establecimiento no cuenta con programas de riesgos escritos, el dueño o administrador carece de conocimiento sobre legislación ocupacional y ambiental aplicable al negocio.

En las operaciones de preparación, mezclado y aplicación de sustancias peligrosas, éstas se realizan sin equipo de protección personal como guantes, googles, máscaras especiales

o en su defecto realizan prácticas peligrosas para la salud y al ambiente como limpiar la pistola con solvente y arrojarlo al aire. Por otro lado, los materiales (tanto peligrosos como los que no lo son) no cuentan con un sistema de almacenaje adecuado, que en el caso de los peligrosos debe contemplar un control sobre las cantidades, hojas de seguridad, disposición final.

En lo que respecta a los no peligrosos (como estopas, papel, cinta, polish), resulta primordial controlar que no se mezclen con los peligros y mantenerlos en buenas condiciones para optimizar costos.

Riesgos ambientales

Aire. El diagrama causa-efecto, mostrado en la figura 4.17 identificó cinco espigas que contienen las diferentes causas que generan contaminación al aire: área de trabajo, recurso humano, administración, operaciones y materiales. La primera de ellas, que se refiere al área de trabajo, señala que el área no cuenta con controles de ingeniería requeridos para el manejo y utilización de materiales como solventes, pinturas, catalizadores, entre otros.

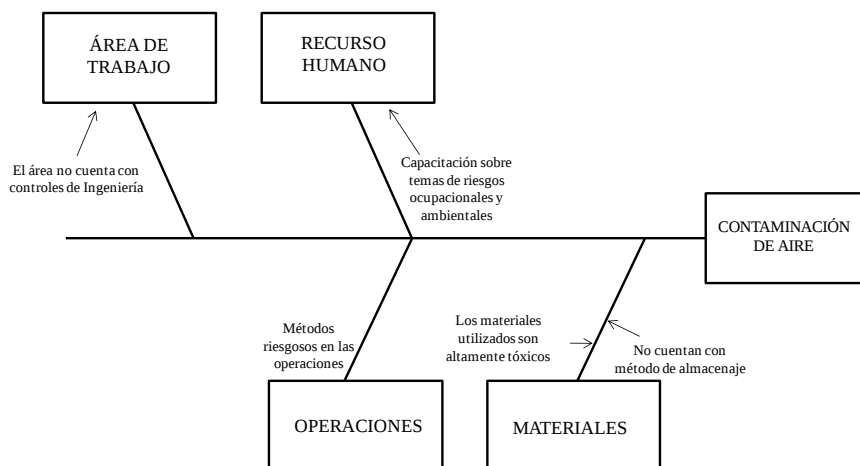


Figura 4.17 Diagrama causa-efecto del riesgo de contaminación del aire

También se detectó como causa el hecho de que el recurso humano que labora en el establecimiento necesita capacitación sobre los temas ambientales y ocupacionales, sobre todo de las consecuencias a su salud y al medio ambiente derivados de sus actividades. En lo que respecta a la causa atribuible a la administración, manifiesta que el taller no cuenta con programa de riesgos por escrito, mismo que debe contemplar acciones que prevenga, minimice

o elimine las emisiones, esto aunado a que tampoco se lleva un registro de la compras, uso y disposición de los materiales peligrosos causantes de las emisiones como lo son los solventes, las pinturas y catalizadores.

En las operaciones de mezclado, preparación y aplicación de algunos materiales se generan emisiones al aire que no son controladas ni prevenidas correctamente.

Por último, en la espina referente a materiales, ésta detectó como causa el inadecuado almacenamiento de los materiales peligrosos que provocan evaporaciones y fugas de emisiones.

Agua. Las principales causas identificadas como generadores de contaminación al agua se muestran en el diagrama de Ishikawa correspondiente a la figura 4.18 que contiene cuatro espinas que se refieren a recurso humano, área de trabajo, operaciones y materiales.

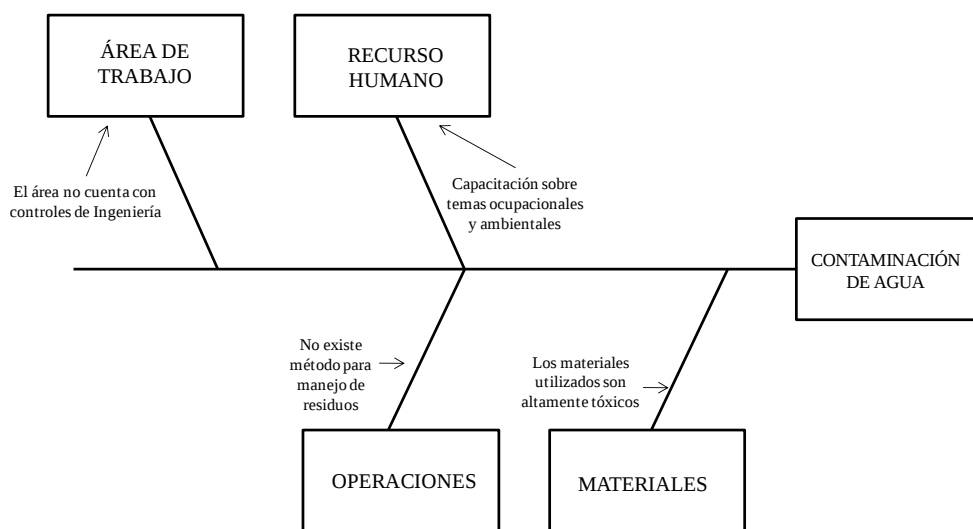


Figura 4.18 Diagrama causa-efecto del riesgo de contaminación del agua

La espina que se refiere a recurso humano, identificó que el personal requiere capacitación el área de riesgos ambientales derivados de la inadecuada disposición de los residuos generados por las actividades propias del taller.

La espina correspondiente al área de trabajo, identificó como causa que en el establecimiento no se cuenta con controles de ingeniería para el manejo del agua residual.

En lo que respecta a las operaciones que implican utilizar agua, éstas se realizan sin considerar la disposición final del desecho que contendrá residuos de los materiales peligrosos como restos de pintura, bondo, transparente o catalizadores.

Suelo. El diagrama causa-efecto mostrado en la figura 4.19 corresponde al riesgo ambiental por contaminación del suelo y contiene cinco espinas como causas: área de trabajo, recurso humano, administración, operaciones y materiales. La espina que marca com causa el área de trabajo, detectó que el establecimiento no cuenta con controles de ingeniería que permitan una adecuada disposición de los residuos sólidos como estopas contaminadas, filtros, papel, cinta, contenedores de etc.

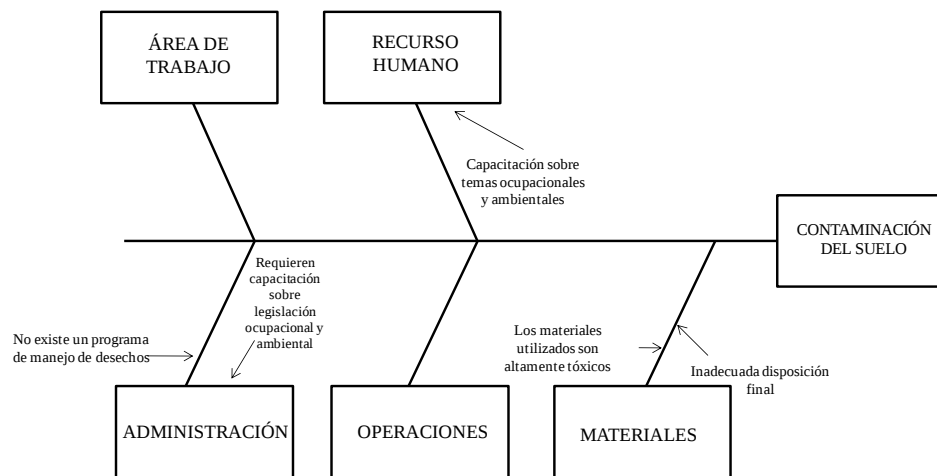


Figura 4.19 Diagrama causa-efecto de riesgo de contaminación del suelo

Por otro lado, los trabajadores que conforman el recurso humano necesitan capacitarse en temas como el manejo adecuado residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, los riesgos ambientales y ocupacionales que se generan por su mala disposición final; así como sobre temas como la legislación aplicable en éste sentido; por otro lado, se detectó que la administración, no lleva un registro formal de las entradas y salidas de ambos tipos de materiales, muchos menos de las cantidades de residuos generados.

También se detectó, que la administración no cuenta con los conocimientos necesarios sobre legislación ambiental aplicable a su negocio. Por último, la espina correspondiente a las operaciones identificó que durante el desarrollo de las mismas, los residuos peligrosos como contenedores de pintura, solventes, catalizadores, primers, papel con restos de pintura, cinta, estopas terminan en el suelo o mezclados con la basura ordinaria; asimismo, se detectó que derivado de un inadecuado almacenaje de los materiales peligrosos, contribuye debido a los derrames.

Identificación de las opciones. Para la propuesta de opciones de solución se eligieron las causas identificadas en los diagramas de Ishikawa que estuvieran relacionadas con los objetivos y metas del programa. Debido a que la causa atribuible al recurso humano se repetía en todos los riesgos, el equipo optó por proponer como alternativa un plan maestro de capacitación. Para el resto de las causas se propusieron alternativas por riesgo, como se muestra a continuación.

Riesgo ocupacional químico. Para el diagrama causa-efecto, correspondiente al riesgo ocupacional por exposición a sustancias químicas, (figura 4.20) se propusieron alternativas para las espinas de: tecnología, área de trabajo, administración, operaciones y materiales.

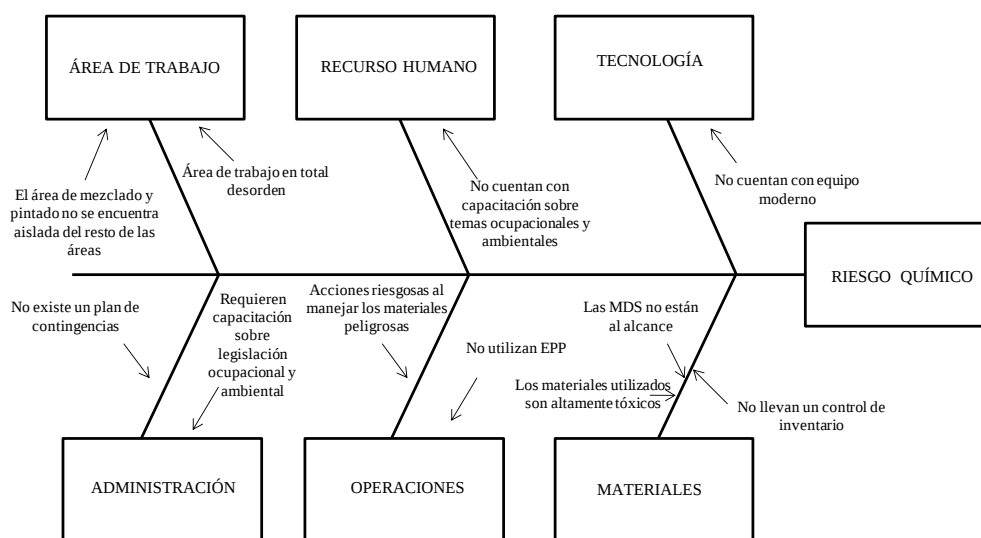


Figura 4.20 Diagrama causa-efecto de exposición a riesgos químicos

Tecnología.

Alternativa 1. Utilizar pistolas de rocío H.L.V.P o “High Volume Low Pressure”.

Alternativa 2. Utilizar un sistema cerrado de limpieza para la pistola de pintado

Alternativa 1. Utilizar un sistema aspiración portátil.

Área de trabajo.

Alternativa 1. Aplicar la herramienta 5’S

Administración.

Alternativa 2. Elaborar un plan de contingencia

Materiales.

Alternativa 1. Sustitución de productos

Alternativa 2. Hojas de seguridad disponibles en el establecimiento

Alternativa 3. Establecer un eficiente control de Inventario

Alternativa 4. Colocación de Señalización de acuerdo a la NOM-114-STPS-1992

Operaciones.

Para la espina de operaciones se plantearon dos alternativas:

Alternativa 1. Modificar operaciones.

Alternativa 2. Uso de equipo de protección personal, recomendado por NIOSH y por STPS

Riesgo Ambiental por contaminación de aire.

Para el diagrama causa-efecto del riesgo ambiental por contaminación de aire se propusieron alternativas de solución para las espigas de área de trabajo y operaciones (Figura 5.21)

Área de trabajo.

Alternativa 1. Acondicionar un área especial para llevar a cabo las operaciones de mezclado y aplicación de los materiales peligrosos.

Operaciones.

Alternativa 1. Modificar las operaciones de pintado

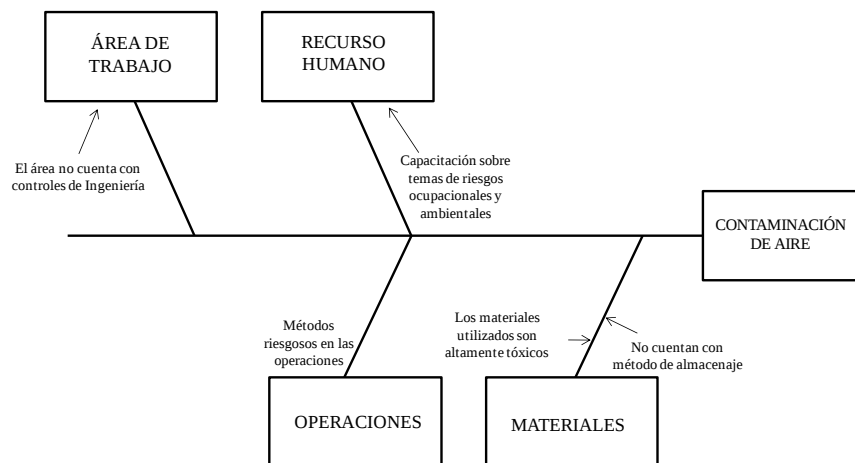


Figura 4.21 Diagrama causa-efecto del riesgo de contaminación del aire

Riesgo ambiental por contaminación de agua. En la figura 4.22 se observan las causas para el riesgo ambiental por contaminación del recurso agua, para las cuales se propusieron alternativas para las espinas de área de trabajo y operaciones.

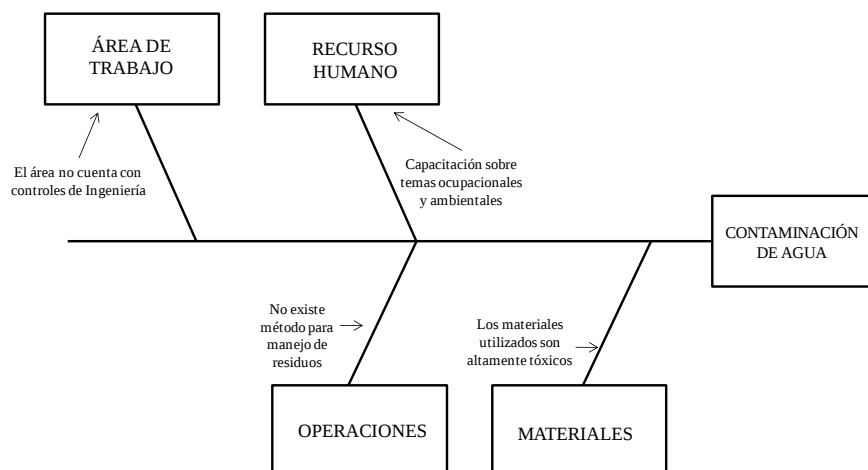


Figura 4.22 Diagrama causa-efecto del riesgo de contaminación del agua

Área de trabajo:

Alternativa 2. Utilizar bandeja para recolectar los desechos de agua, durante la operación de lijado en húmedo.

Riesgo ambiental por contaminación de suelo. Las alternativas propuestas para las causas del riesgo ambiental por contaminación de suelo (figura 4.23) fueron para las espinas correspondientes a administración y materiales.

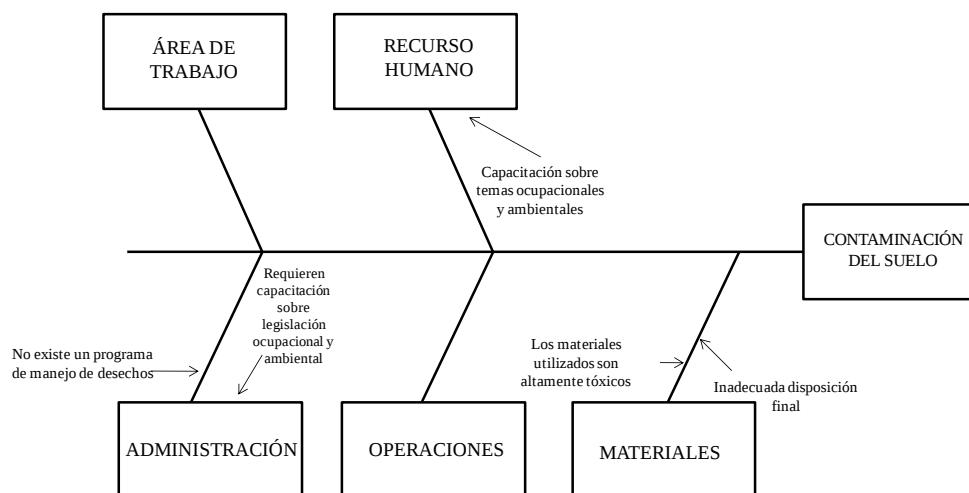


Figura 4.23 Diagrama causa-efecto del riesgo por contaminación del suelo

Materiales.

Alternativa 1. Separar los residuos peligrosos (contenedores de los materiales peligrosos, lijas, estopas, cinta y papel periódico, con restos de pintura).

Alternativa 2. Separar los residuos no peligrosos (plástico y aluminio)

Administración.

Alternativa 1. Contratar los servicios de una empresa especializada en el manejo integral de residuos peligrosos. .

Riesgo ocupacional ergonómico. En lo que respecta al riesgo ocupacional ergonómico (figura 4.24) las alternativas se limitaron a las espinas de tecnología y operaciones.

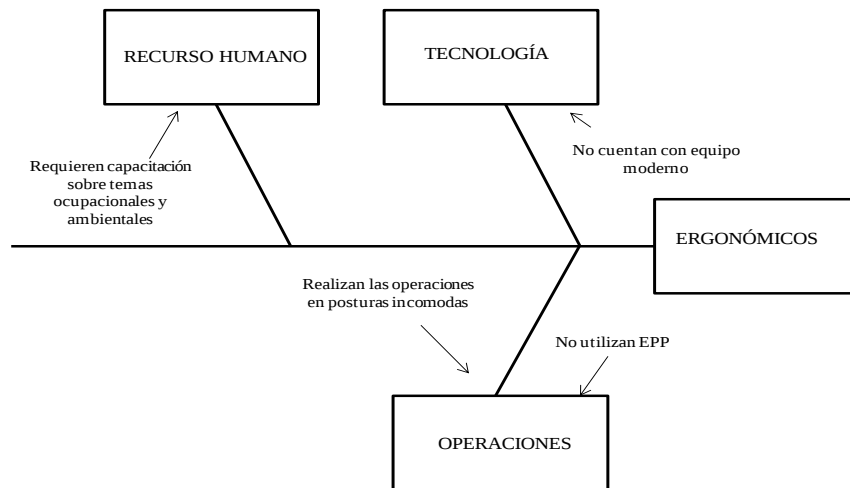


Figura 4.24 Diagrama causa-efecto del riesgo ergonómico

Tecnología

Alternativa 1. Comprar un Restoration Rotisserie,

Operaciones.

Alternativa. Cambio en las operaciones identificadas como riesgosas.

Alternativa 2. Adquisición de equipo de protección personal

Riesgo ocupacional por exposición a ruido. En lo que concierne al riesgo por exposición a ruido (Figura 4.25), se plantearon soluciones para las espinas de área de trabajo, administración y operaciones.

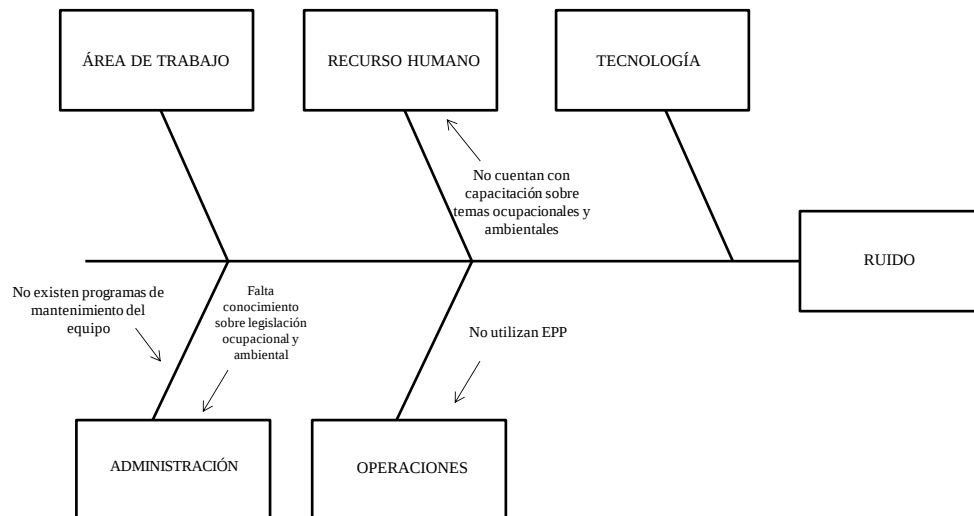


Figura 4.25 Diagrama causa-efecto del riesgo exposición a ruido.

Administración.

Alternativa 1. Elaborar un programa de mantenimiento para el equipo.

Operaciones.

Alternativa 1. Utilizar protección auditiva durante las operaciones en las que se genere ruido.

4.2.4.3. Selección y evaluación de las Opciones. A continuación se presentan las opciones para cada una de las alternativas propuestas, relacionada con su respectiva meta.

Meta 1.1. Capacitar al 100% de los trabajadores sobre tópicos ocupacionales y ambientales relacionados con sus actividades

(A1) Plan de Capacitación para el Programa de Servicios Sustentables. El Plan de capacitación tiene como objetivo el desarrollo de competencias de las personas involucradas en el Programa de Servicios Sustentables a través de cursos, talleres y conferencias que incrementen el nivel de conciencia. El plan se divide en varios módulos y talleres que incluyen tópicos ambientales y ocupacionales, riesgos ocupacionales y ambientales generados por un taller de carrocería, especificaciones y contenidos de las hojas de seguridad, equipo de Protección Personal (EEP), herramientas de producción más limpia y normatividad aplicable. Los costos de los cursos fueron calculados en base a la información proporcionada por la Coordinación de Vinculación y Extensión de la División de Ingeniería de la Universidad de Sonora

Tópicos ambientales y ocupacionales: Los tópicos que incluye este curso es introducción al desarrollo sustentable, problemas de insustentabilidad, riesgos ambientales y ocupacionales.

Duración: 2 horas. Costo: \$1000.00

Riesgos ambientales y ocupacionales generados en un taller de carrocería: El tema principal de este curso que los trabajadores se familiaricen con los términos riesgos ambientales y ocupacionales, pero sobre todo conozcan las causas que los genera y las consecuencias que

éstos traen a su salud, al medio ambiente y a la comunidad que los rodea. Duración: 3 horas.
Costo: \$1,500.00

Taller de interpretación y contenido de las hojas de seguridad y Equipo de Seguridad Personal.

El objetivo de este taller es que los empleados del taller conozcan la importancia y ventajas de saber interpretar la información contenida en las hojas de seguridad de los productos que utilizan. Asimismo, que apliquen los recién adquiridos conocimientos sobre riesgos ocupacionales y como prevenirlos utilizando equipo de protección personal adecuado a sus actividades.

Duración: Mínimo 3 horas. Costo: \$1500.00

Herramientas de Producción más Limpia. Es importante que el dueño y los empleados del taller, además de conocer sobre riesgos, tópicos de sustentabilidad, equipo de protección entre otros temas, conozcan sobre el enfoque de producción más limpia, que les permita conocer que existen otros métodos de trabajo que garantizan un ambiente sano para realizar sus actividades.

Duración: Mínimo 3 horas. Costo: \$1,500.00

Introducción a normatividad aplicable en términos ocupacionales y ambientales. Introducción a la normatividad aplicable al establecimiento desde el punto ocupacional y ambiental.

Duración: Mínimo 3 horas. Costo: \$1,500.00

Meta 2.1. Sustituir el 10% de las compras totales de materiales tóxicos por productos amigables con el medio ambiente.

(A2)Sustitución de productos. El uso de químicos tóxicos puede ser evitado si se substituye por otro menos tóxico, pero igual de eficiente. El proveedor puede ayudar informando sobre mejores productos, pinturas que contengan menos compuestos volátiles orgánicos (VOC's), planeando la utilización de *primer* y base color a base de agua y asegurando que las pinturas de color amarillo, naranjas o rojo no contengan plomo o cromo.

La compañía Dupont, lanzó al mercado en junio del 2010 el sistema Cromax Pro de Dupont a base de agua, con el cual se presume una disminución de emisiones volátiles al medio ambiente de más de 4500 toneladas al año, por parte de los talleres que utilizan el producto a base de solvente, eliminando además 2 mil toneladas de sustancias peligrosas.

Costo: \$500.00 Galón

El thinner es el solvente universal, utilizado en la mayoría de los talleres de carrocería, sobre todo por su bajo costo; sin embargo, se sugiere utilizar un solvente universal Zero-VOC, como sustitución del thinner, este solvente ofrece reducción en las emisiones de Compuestos Volátiles Orgánicos.

Inversión Inicial: 250 ml a \$100.00

Meta 2.2. El 100% de las sustancias químicas del establecimiento deberán contar con su Hoja de Seguridad disponible.

(A3) Hojas de seguridad disponibles en el establecimiento. Como lo establece la NOM-018-STPS-2000 todos los centros de trabajo deben tener la hojas de datos de seguridad (HSD) de las sustancias químicas que manejen o produzcan. Los fabricantes, importadores o distribuidores tienen la obligación de proporcionar una hoja de datos de seguridad por cada una de las sustancias químicas o mezcla riesgosa que produzca o importe. A fin de que estén disponibles a los trabajadores y encargados de seguridad, y puedan contar con información inmediata para instrumentar medidas preventivas y/o correctivas en el centro de trabajo.

La información debe ser confiable a fin de que su uso normal reditúe en una atención adecuada para el cuidado de la vida y la salud humana o para controlar la emergencia.

La Hoja de Datos debe ser revisada y/o actualizada en un período no mayor de un año.

Costo: Solicitarlas al proveedor.

Meta 2.3. Operar un eficiente control de inventarios.

(A4) Contar con un almacenamiento seguro de las sustancias tóxicas. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998: relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias

químicas peligrosas, el almacenamiento debe hacerse en recipientes específicos, de materiales compatibles con la sustancia que se trate.

Por lo que, para cumplir con los requerimientos mínimos establecidos, se definirá un área exclusiva para las sustancias tóxicas, la cual operará bajo un útil, pero sencillo sistema: etiquetar los contenedores con números (Tabla 4.49) y en una carpeta colocar su respectiva hoja de seguridad (HDS) identificada por el número asignado.

Tabla 4.49 Relación de los materiales peligrosos con su número de identificación

Material	ID
Thinner	1
Pintura esmalte	2
Transparente	3
Primer	4
Reductor	5
Catalizador	6
Bondo	7
Polish	8

Para el resto de los materiales se propone establecer otro almacén.

Costo: \$1,500.00 (El costo incluye la compra de un gabinete, etiquetado y la carpeta)

Meta 2.4. Establecer un efectivo Sistema para la Identificación y Comunicación de Riesgos por Sustancias Químicas de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994.

(A5) Sistema de identificación de riesgos basado en la Norma NOM-114-STPS-1992

“Sistema para la Identificación y Comunicación de Riesgos por Sustancias Químicas en los Centros de Trabajo”. La señalización que se coloque en el área de almacenamiento de las sustancias química deberá estar sujeta a los lineamiento marcados en la mencionada norma.

Costo: \$6,500.00 (La implementación de la norma incluye un curso de manejo de sustancias química, uso de equipo de protección personal y de señalamientos, lo cual fué cotizado por la empresa SOS Gestión Ambiental)

Meta 2.5. Contar con un área de trabajo limpia y segura.

(A6)Aplicar herramienta 5’S. Para lograr un área de trabajo limpia, ordenada y segura, se sugirió como opción apoyarse en la herramienta de calidad japonesa, conocida como las 5S:

Clasificación (Seiro), Organizar (Seinton), Limpieza (Seiso), Estandarizar (Seiketsu) y Disciplina (Shitsuke). Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad.

Clasificación

El primer paso de esta herramienta, es eliminar todo aquello que se encuentre en el taller y ya no vaya a ser utilizado. La técnica es tan sencilla como identificar dos categorías -lo necesario y lo innecesario- y eliminar o erradicar esto último.

En un taller de carrocería también se generan otro tipo de residuos sólidos como metal, vidrio, hule, tableros, llantas, entre otros; provenientes de los automóviles en reparación, mismos que se encuentran por lo general acumulados en el taller, generando suciedad y reduciendo el espacio. Muchos de estos residuos pueden ser reusados o reciclados a través de algún negocio dedicado a estas actividades, beneficiándose así la limpieza, recuperándose un espacio valioso y reduciéndose la contaminación, y todo ello puede incluso, generar un ingreso económico.

Organizar

Una vez que se ha llevado a cabo la clasificación y todos los materiales innecesarios se han retirado del lugar de trabajo, los artículos que quedan en el lugar de trabajo, deben organizarse y ordenarse en el área de trabajo. Esto minimizará el tiempo de búsqueda y el esfuerzo. Para conseguir esto, debe designarse un lugar para cada cosa: herramientas, materiales, equipo, etc.

Limpieza

Para lograr un espacio de trabajo seguro es necesario limpiarlo y mantenerlo así, esto incluye el equipo y las herramientas, al igual que los pisos, paredes y otras áreas del lugar de

trabajo. Como un ejemplo, de esta practica se propuso que al termino de las labores del día, cada uno de los empleados se haga responsable de mantener su área de trabajo limpia.

Estandarizar

El siguiente paso es mantener la limpieza del personal a través del uso de ropa de trabajo adecuada, elementos de protección, así como, conservar un el entorno de trabajo saludable y limpio.

Disciplina

Las personas que se habituan a clasificar, organizar, limpiar y estandarizar logran la autodisciplina. Las 5 S pueden considerarse como una filosofía, una forma de vida en nuestro trabajo diario.

Costo: Será absorbido por el salario de los trabajadores.

(A7) Acondicionar un área especial para llevar a cabo las operaciones de mezclado y aplicación de los materiales peligrosos. Colocar una pared de lámina galvanizada de 6 m². Costo. \$4,500.00 Incluye material y todo lo necesario para su correcta instalación. La figura 4.26 muestra el lugar sugerido para colocarla.

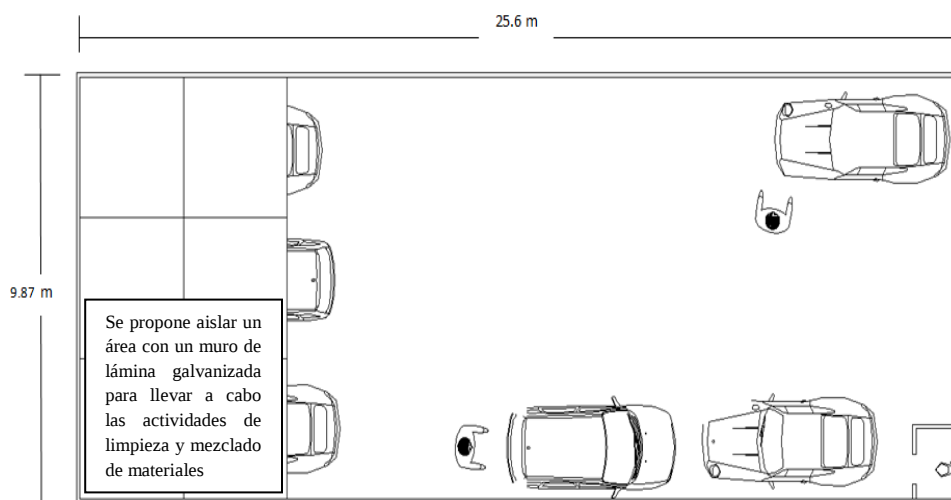


Figura 4.26 Distribución de área de uno de los establecimientos

(A8) Modificar la operación de pintado. Se propone la modificación de la operación de pintado, eliminando la aplicación de la tercera capa de pintura como se realiza en el método actual (Figura 4.27). El método propuesto elimina la tercera capa de pintura, optimizando material, tiempos y reduciendo emisiones (Figura 4.28)

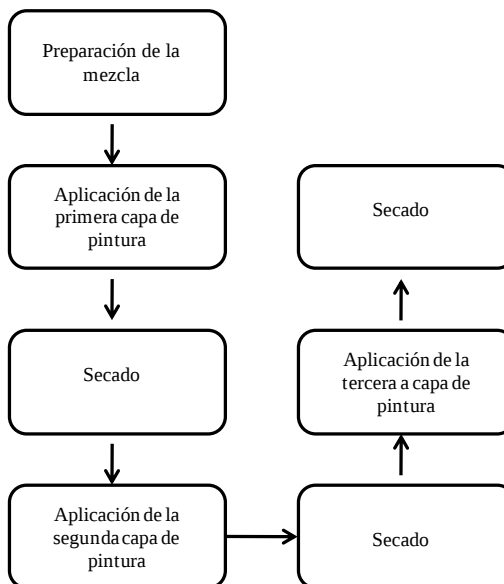


Figura 4.27 Diagrama actual de la operación de aplicación de pintura

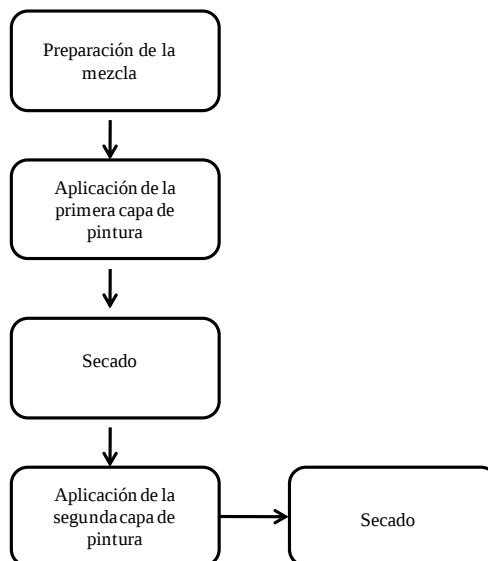


Figura 4.28 Diagrama propuesto para la operación de aplicación de pintura

Costo: sin costo

(A9) Utilizar bandeja “recolectora” para los desechos de agua. Durante la operación de lijado en húmedo se propone utilizar una bandeja “recolectora” (Figura 4.29) para recolectar el agua de desecho. El agua se deja evaporar el agua y se recogen los residuos sólidos para depositarlos en el contenedor especial.

Costo: \$500.00



Figura 4.29 Bandeja “recolectora” para recoger desechos de agua

Meta 2.6. Utilizar tecnología y equipo de protección personal recomendado por NIOSH en el 100% de las operaciones que impliquen el uso de sustancias peligrosas

(A10) Utilizar pistolas de rocío High Volume Low Pressure (H.L.V.P.). Para disminuir el riesgo químico, desde el punto de vista de tecnología se propuso utilizar pistolas de rocío H.L.V.P (Figura 4.30), que es un sistema que se refiere a un sistema de pulverización moderno donde se usa más volumen de aire y menos presión para atomizar el material, que contiene químicos tóxicos tal como isocianatos, solventes, y aditivos de la pintura. Al utilizar una pistola de rociar HVLP reduce de manera significativa los rociados excesivos. Esto resulta en:

- (1) La reducción de descargas tóxicas químicas al aire. Esta reducción ayuda a proteger el medio ambiente, la salud de los empleados y de la comunidad que se encuentra alrededor de su taller.
- (2) La reducción de la cantidad de pintura requerida.

Además de todo lo expuesto hasta aquí, el principal diferenciador entre este sistema y los convencionales es el cumplimiento de las normas internacionales, manteniendo a la vez, el mejor nivel de atomización.



Figura 4.30 Pistolas para pintar con tecnología HLVP

Costo. Un paquete que incluye tres pistolas HLVP, marca DeVilbiss una para aplicación de pintura 1.88 mm; otra para transparente de 1.3 mm y y la miniatura de 1 mm para accesos difíciles y trabajos de retoque.

Costo: \$2,500.00

(A11) Sistema cerrado de limpieza para la pistola de pintado. El cual consiste en un bote de lámina de de 50 cm x 50 cm por 90 cm de alto, con un agujero y un tapón al lado, que permitiría limpiar introduciendo la punta en el orificio y al presionar, el solvente quedaría atrapado en el contenedor. Este mismo contenedor serviría para depositar los residuos peligrosos sólidos (estopas, lijas, papel periódico).

Costo de Fabricación: \$1,500.00 Incluye materiales y todo lo necesario para su fabricación.

(A12) Utilizar un sistema aspiración portátil. Se recomiendan las lijadoras de rotación o de vibraciones y las lijadoras alternativas o de línea recta, que tienen, como parte del diseño del instrumento, un sistema local de ventilación de VELOCIDAD ALTA, VOLUMEN BAJO (HVLV, por sus siglas en inglés).

La recomendación se basa en que han demostrado ser efectivas en la reducción de la concentración total de polvo durante el lijado de las mezclas que llenen la carrocería. Las lijadoras ventiladas con HVLV han reducido las concentraciones totales de polvo a un décimo de los niveles producidos por lijadoras sin ventilación.

El incremento en el costo de las lijadoras con ventilación HVLV es mínimo con relación a las lijadoras sin un sistema de ventilación. La cantidad de aire usada en los sistemas de ventilación también es relativamente baja. Se puede promover el uso de las lijadoras ventiladas si se facilita su uso, por ejemplo, mediante la instalación de una manguera retráctil y flexible sujeta a un sistema de aire central.

Aunque los costos iniciales por este sistema --que incluye una máquina para desplazar el aire, los limpiadores del aire y el trabajo para instalar los conductos-- pueden llegar a ser elevados, el sistema ayudará a eliminar la necesidad de pintar otra vez el carro, acortar el tiempo de limpieza, y extender la duración del papel de lija.

Los trabajadores prefieren usar estas lijadoras de HVLV y señalan que su uso mantiene el taller más limpio.

Costo: 3,500.00

(A13) Uso de equipo de protección personal, recomendado por NIOSH y la NOM-017-STPS-1992.

a) El Respirador Niosh TC-19C utiliza cartuchos y filtros. El cartucho protege de nieblas y humos contenidos en el aire y protege un 95% de polvos y partículas. Este respirador requiere que los filtros y cartuchos sean cambiados cada mes, para que el equipo de protección funcione eficientemente. Se deben cambiar los cartuchos y filtros cada mes, para que el equipo de protección funcione eficientemente.

Costo: \$390.00

Cartuchos (Paquete con 6): \$520.00

Filtros (Paquete de 12): \$390.00

Costo total: \$1300.00

b) Los guantes de nitrilo, que son resistentes a los solventes y protegen la piel. Éstos guantes son los recomendados por NIOSH ya que son resistentes a los solventes y son los que protegen la piel del trabajador que manipula pinturas y solventes.

Costo: 100 guantes por \$200.00

Traje para pintar reusable: Este traje protege contra nieblas, polvo, grasas y suciedad.

Inversión inicial: \$250.00

También existe la opción de trajes para pintar desechables

Costo: \$50.00

Meta 2.7 Diseñar e implementar un plan de contingencias para el establecimiento.

(A14) Elaboración e implementación de un Plan de Contingencias. El objetivo del Plan de Contingencias para el taller de carrocería es prevenir o minimizar los efectos locales de las emergencias de los trabajadores y, en lo posible, de comunidad aledaña a través de la disposición y uso del personal, equipos e instalaciones.

El alcance del Plan de Contingencias es el establecimiento denominado “Restauraciones Automotrices”

Costo: \$3,500.00 (Cotizado por SOS Gestión Ambiental)

Meta 3.1. Manejar el 100 % de los residuos sólidos generados en el taller a acuerdo al Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos del Municipio.

(A15) Separar los residuos sólidos peligrosos. Como lo establece el artículo 22 del Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos en el Municipio de Hermosillo, Sonora. “Los residuos sólidos domésticos o comerciales cuyo manejo represente un peligro para el personal encargado de su recolección, deberán ser colocados de manera visible o con el señalamiento adecuado, para prevenir accidentes”. Con el propósito de cumplir con lo anterior, se colocarán contenedores para la separación de los residuos peligrosos del resto de los residuos generados.

Contenedor rotulado con la leyenda: RESIDUOS PELIGROSOS. Costo: \$300.00

(A16) Separar los residuos no peligrosos (plástico y aluminio). Colocación en el área de un contenedor especial para los residuos no peligrosos, factible de reciclar en el mercado local. Contenedor rotulado con la leyenda: PLÁSTICO, ALUMINIO Y VIDRIO.
Costo. \$300.00

(A17) Contratar los servicios de una empresa especializada en el manejo integral de residuos. Servicio de recolección con la empresa GEN (Manejo Integral de Residuos).
Contrato: \$500.00 mensuales para la cantidad de menos de 100 kilos de residuos peligrosos al mes. En caso de aumentar la cantidad de residuos generados se hará el ajuste correspondiente en la facturación mensual.

Meta 4.1 El 100% de los trabajadores deberán utilizar el equipo de protección personal recomendado por NIOSH en las actividades que se generen ruido.

(A18) Programa de mantenimiento preventivo para el equipo. Contar con un programa anual de servicio de mantenimiento para el equipo existente en el establecimiento.

- Compresor: \$200.00/ por servicio

Servicio que consiste en: Revisar el aceite, chequeo de la electroválvula y revisión de las bandas.

- Cortadora: \$150.00/ por limpieza y servicio al motor.

Meta 4.2 Modificar el 100% de las posiciones catalogadas por el método OWAS con riesgosas

(A19) “Asador para restauración”. El aparato denominado “restoration Rotisserie” en inglés, permite elevar los automóviles y rotarlos a 360⁰ para accesar a todas las área del automóvil para rellenar, soldar, lijar y pintar. Es capaz de soportar hasta un peso de 1360 kilos. Se ajusta la altura de 0.50 a 1.30 metros. Las distancias de los tenedores son ajustables para montar cualquier tipo de vehículo.

Inversión: \$14,937.00

(A20) Cambio en las operaciones identificadas como riesgosas por el método de evaluación OWAS. Las posturas que fueron identificadas con riesgo 4 por el método OWAS, serán sometidas a un cambio de postura, con lo que se busca reducir el riesgo de sufrir problemas musculoesqueléticos. Fueron dos las operaciones clasificadas con riesgo 4. Cambio de los guardafangos y pintado de las partes bajas del automóvil.

(A21) Equipo de protección personal. Faja para protección de la espalda para prevenir lesiones por levantamiento de materiales de más de 20 kilos.

Costo: \$175.00

(A22) Protección auditiva. Utilizar protección auditiva durante las operaciones que se genere ruido. Los tipos de protectores auditivos, son los siguientes:

- a) Tapones
- b) Tapones semi injertos
- c) Conchas u orejeras

Tapones: son protectores diseñados para ser ajustados en la parte externa del conducto auditivo y permanecer en esta posición sin ningún dispositivo de fijación externo, pueden estar fabricados de goma, plástico, o materiales similares en gran diversidad de modelos y marcas.

Costo: Paquete con 50 pares de tapones: \$250.00

Conchas u Orejeras: son una especie de ventosas hechas de material ligero o plástico y llenas de un material absorbente de sonido. Para asegurar un confortable ajuste alrededor del oído, están cubiertas de material elástico lleno de un líquido de alta viscosidad. Este recubrimiento actúa como obturador oficial y ayuda a amortiguar las vibraciones.

Costo: \$450.00

Fue en este punto, donde los equipos sustentabilidad de los tres talleres participantes, tomaron la decisión de que alternativas implementar en cada uno de sus establecimientos. Para lo cual se llevó a cabo la valoración de la factibilidad de implementación, la cual mayormente se basó en el costo.

La tabla 4.50 muestra el concentrado de las alternativas, el costo, su relación con la normatividad (si existe) y los beneficios derivados de su implementación.

Tabla 4.50 Resumen de alternativas

Alternativa	Descripción	Costo	Normatividad aplicable	Beneficios
A1	Plan de Capacitación para el Programa de Servicios Sustentables	\$7,000.00	NOM-005-STPS-1992	Desarrollo de capacidades
A2	Sustitución de productos	\$500.00		Contaminación aire
A3	Hojas de seguridad disponibles en el establecimiento	Sin costo	NOM-018-STPS-1992	Desarrollo de capacidades
A4	Contar con un almacenamiento seguro para las sustancias tóxicas	\$1,500.00	NOM-010-STPS-1999	Contaminación aire
A5	Sistema de identificación de riesgos basado en la Norma NOM-114-STPS-1992	\$6,500.00	NOM-114-STPS-1992	Contaminación aire
A6	Aplicar "Housekeeping"	Se incluye en el salario	NOM-002-STPS-2000	Riesgos de accidentes e incidentes
A7	Acondicionar un área especial para llevar a cabo las operaciones de mezclado y aplicación de los materiales peligrosos.	\$4,500.00	Reglamento de la LEEGPA en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica	Contaminación aire
A8	Modificar la operación de pintado	Sin costo	Reglamento de la LEEGPA en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica	Contaminación aire
A9	Utilizar una bandeja "drip pan" para recolectar los desechos de agua	\$500.00	NOM-002-ECOL-1996	Contaminación aire
A10	Utilizar pistolas de rocío H.L.V.P.	\$2,500.00	Reglamento de la LEEGPA en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica	Contaminación aire
A11	Sistema cerrado de limpieza para la pistola de pintado	\$1,500.00	Reglamento de la LEEGPA en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica	Contaminación aire
A12	Utilizar un sistema de aspiración portátil	\$3,500.00	Reglamento de la LEEGPA en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica	Contaminación aire
A13	Equipo de protección personal, recomendado por NIOSH y la STPS	\$1,800.00	NOM-017-STPS-1994.	Salud del trabajador
A14	Elaboración de un Plan de Contingencias	\$3,500.00	NOM-002-STPS-2000	Riesgos de accidentes e incidentes
A15	Separar los residuos sólidos peligrosos	\$300.00	Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos	Contaminación del suelo
A16	Separar los residuos sólidos no peligrosos	\$300.00	Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos	Contaminación del suelo
A17	Contratar los servicios de una empresa especializada en el manejo de residuos	\$500.00	NOM-052-SEMARNAT2005	Contaminación del suelo
A18	Programa de mantenimiento preventivo	Derivado del servicio del equipo	NOM-011-STPS-2001	Riesgo ocupacional exposición al ruido
A19	Asador para restauración	\$14,937.00	NOM-017-STPS-1994	Riesgo ocupacional ergonómico
A20	Modificar posturas riesgosas	Sin costo	NOM-017-STPS-1994	Riesgo ocupacional ergonómico
A21	Equipo de Protección Personal	\$175.00	NOM-017-STPS-1994	Disminuye el riesgo ocupacional ergonómico
A22	Protección auditiva	\$250.00	NOM-017-STPS-1994	Disminuye la exposición al ruido

4.2.2.5 Plan de Servicios Sustentables. Esta sección enlista los objetivos, metas y alternativas ya seleccionadas y que fueron implementadas en las tres carrocerías participantes; con el propósito de facilitar el entendimiento, los datos se presentan en orden secuencial y evitando la repetición de los objetivos; es decir, mientras unos objetivos se establecieron, e implementaron, al mismo tiempo en las tres carrocerías, otros solo se implementaron en una sola.

Objetivo 1. Incrementar las capacidades de los trabajadores de prevención de riesgos ocupacionales y ambientales

Meta 1.1. Capacitar al 100% de los trabajadores sobre tópicos ocupacionales y ambientales relacionados con sus actividades

Alternativa. Plan de capacitación

Descripción. Solicitar por escrito ante una institución de educación superior la impartición de los cursos de capacitación de manera gratuita.

Objetivo 2. Prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales generados por la adquisición, almacenaje y uso de sustancias peligrosas.

Meta 2.1 El 100% de las sustancias químicas del establecimiento deberán contar con su Hoja de Seguridad disponible.

Alternativa 1. Hojas de seguridad disponibles en el establecimiento

Descripción. Solicitar por escrito al principal proveedor del taller, las hojas de seguridad de todas las sustancias tóxicas que se manejan en el proceso de carroceado y pintado.

Meta 2.2. Contar con un área de trabajo limpia y segura

Alternativa 1. Aplicar la herramienta “housekeeping”

Descripción. Se programaran días de la semana para llevar a cabo las acciones de limpieza.

Meta 2.3 Utilizar tecnología y equipo de protección personal recomendado por NIOSH en el 100% de las operaciones que impliquen el uso de sustancias peligrosas

Alternativa 1. Utilizar pistolas de rocío H.L.V.P

Descripción 2. Se adquirirá una pistola H.L.V.P. y a partir de la compra la política será utilizar únicamente este tipo de herramienta.

Alternativa 2. Cambio en la operaciones de pintado

Descripción. La operación de pintado se reduce a dos capas de pintura.

La limpieza de la pistola se hará dentro de una bolsa de plástico, la cual cuando termine la operación será considerada residuo peligroso.

Objetivo 3. Prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales derivados de la disposición final de los materiales peligrosos.

Meta 3.1 Depositar el 100 % de los residuos sólidos generados en el taller a acuerdo al Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos del Municipio.

Alternativa 1. Colocar contenedores especiales para los residuos peligrosos (contenedores de los materiales peligrosos, lijas, estopas, cinta y papel periódico, con restos de pintura).

Descripción. Compra y colocación del contenedor para separar los residuos peligrosos. Todos los residuos de estopas, lijas, contenedores de los materiales, papel periódico, cinta emanados del proceso serán depositados en ese contenedor.

Alternativa 2. Colocar un contenedor para el plástico y aluminio generado por el consumo de diferentes bebidas

Descripción. Compra, rotulado y colocación de un contenedor para separar los residuos de plástico y aluminio. En este contenedor sólo se depositarán los siguientes residuos: botellas de soda, jugos, yogurt, partes plásticas y de aluminio provenientes del automóvil.

Alternativa 3. Contratar los servicios de una empresa especializada en recolectar los residuos peligrosos.

Descripción: Firma de contrato con empresa especializada.

Objetivo 4. Prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales a exposición a ruido y riesgos ergonómicos

Meta 4.1 Modificar el 100% de las posiciones catalogadas por el método OWAS como riesgosas

Alternativa 1. Modificar las operaciones identificadas como riesgosas por el método de evaluación OWAS.

Descripción. Se instruirá al operador, con respecto al cambio de postura durante la operación de pintado de las partes bajas del automóvil y del de retiro y colocación de guardafangos.

4.2.3 Resultados de la Etapa 3: Implementación y monitoreo.

La implementación del programa se llevó a cabo en tres carrocerías que aunque las mismas presentan muchas similitudes, a la vez cuentan con sus particularidades que sirvieron para validar el programa.

La primera iteración dentro del ciclo de mejora continua arrojó diferentes resultados que nos permiten entender el proceso para avanzar la sostenibilidad en cada una de ellas, pero lo más importante, los resultados permiten confirmar que el programa cumple para lo que fue diseñado y por lo mismo confirma su importancia dentro del sistema de servicios sustentable.

Las iniciativas implementadas durante esta primera iteración se enfocaron a aquellas donde la inversión económica fuera mínima y las ganancias en términos de los objetivos fueran las mayores; aunque claro está, en pocos casos esta relación se cumplió ya que en términos generales se observó a mayor inversión mayor reducción en riesgo.

La implementación de las alternativas, implica inversión de tiempo y recursos económicos, por lo que utilizar un diagrama de Gantt permitió planificar las actividades necesarias para aplicarlas.

Por otro lado, debido a su facilidad de lectura permitió visualizar el avance de la implementación y favoreció la comunicación entre el personal involucrado en las actividades, sobre las acciones y tiempos para realizarlas. Algunos de ellos fueron útiles en todas las carrocerías y otros se usaron de manera particular en una sola carrocería; este uso se hace referencia en cada diagrama.

Principalmente, las metas transversales de capacitación se le asignó un gráfico de Gantt que se implemente al mismo tiempo en las tres carrocerías.

La tabla 4.51, muestra las alternativas a implementarse en los tres talleres, así como aquellas que fueron adoptadas solo por alguno de ellos.

Tabla 4.51 Alternativas seleccionadas

Alternativa	Descripción	Número de talleres en que se implementó
A1	Plan de capacitación	3
A3	Hojas de seguridad disponibles en el establecimiento	3
A6	Aplicar técnica 5'S	3
A8	Modificar la operación de pintado	1
A15	Separar los residuos sólidos peligrosos	3
A16	Separar los los residuos sólidos no peligrosos	3
A10	Comprar una pistola H.L.V.P.	1
A17	Contratar los servicios de una empresa especializada en el manejo de residuos	1
A20	Modificar posturas riesgosas	1

La tabla 4.52 establece los tiempos para la implementación de todas las alternativas seleccionadas y que se refieren a plan de capacitación, hojas de seguridad, uso de pistolas H.L.V.P., modificación de posturas en el pintado, separación de los residuos peligrosos y no peligrosos, contrato de empresa especializada y cambio en las posturas.

Tabla 4.52 Plan para la implementación de las alternativas seleccionadas

Alternativa	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Plan de capacitación						
Hojas de seguridad disponibles						
Aplicar herramienta 5'S						
Utilizar pistolas de rocío H.L.V.P.						
Cambio en la operación de pintado						
Separar los residuos peligrosos						
Separar los residuos no peligrosos						
Empresa especializada en manejo de residuos						
Modificar posturas						

Los diagramas de Gantt se formularon para cada una de las alternativas a implementar, las tablas 4.53, 4.54, 4.55, 4.56 y 4.57 corresponden a las alternativas que fueron implementadas en los tres talleres participantes.

La tabla 4.53 muestra el gráfico de Gantt para la implementación del plan de capacitación.

Tabla 4.53 Gráfico de Gantt para la implementación del plan de capacitación

Plan de implementación	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alternativa						
Plan de capacitación						
Actividades						
Tópicos ambientales y ocupacionales						
Hojas de seguridad y EPP						
Riesgos ambientales y ocupacionales						
Herramientas de Producción más Limpia						
Introducción a la Normatividad aplicable						

La tabla 4.54, señala las actividades a realizar como resultado de la alternativa sobre la implementación de Hojas de seguridad en el establecimiento.

Tabla 4.54 Gráfico de Gantt para la implementación de hojas de seguridad

Plan de implementación	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alternativa						
Hojas de seguridad						
Actividades						
Solicitar hojas de seguridad						
Colocar las hojas de seguridad						

Asimismo, la tabla 4.55, muestra las actividades derivadas de la implementación de la herramienta conocida como “las 5’S”

Tabla 4.55 Cronograma de actividades de la implementación de las 5’S

Plan de implementación	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alternativa						
Aplicar la herramienta 5’S						
Actividades						
Limpieza general						
Mantener ordenada el área de almacén						
Mantener ordenada el área de pintado						
Mantener ordenada el área de carroceado						
Mantener limpio el área de patio						

Igualmente, el diagrama de Gantt correspondiente a la figura 4.56 contiene las actividades derivadas de la alternativa sobre separar los residuos peligrosos

Tabla 4.56 Actividades de separación de residuos peligrosos

Plan de implementación	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alternativa						
Separar los residuos peligrosos						
Actividades						
Compra de contenedor						
Colocación del contenedor						
Separar los residuos peligrosos						

La última alternativa implementada por todos los talleres, se muestra en el diagrama de Gantt de la 4.57, la cual se refiere a la separación de los residuos no peligrosos

Tabla 4.57 Cronograma de la alternativa de separación de los residuos no peligrosos

Plan de implementación	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alternativa						
Separar los residuos no peligrosos						
Actividades						
Compra de contenedor						
Colocación del contenedor						
Separar los residuos peligrosos						
Contactar una ONG que los recolecte						

La alternativa referente a la compra de pistolas H.L.V.P se implementó en el taller 1. La tabla 4.58 muestra las actividades de dicha acción.

Tabla 4.58 Diagrama de Gantt para implementación de pistolas H.L.V.P.

Plan de implementación	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alternativa						
Utilizar pistolas de rocío H.L.V.P.						
Actividades						
Compra de pistola						
Utilización de la nueva tecnología						

La tabla 4.59 muestra las actividades derivadas de la modificación de la operación de pintado. Esta alternativa se implementó en el taller de carrocería número 2.

Tabla 4.59 Cronograma de implementación de la modificación de la operación de pintado

Plan de implementación	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alternativa						
Modificar la operación de pintado						
Actividades						
Instruir al operador en el método propuesto						
Aplicar nuevo método						

En cuanto a la alternativa relativa a la contratación de una empresa especializada para el manejo de residuos peligrosos, solamente el taller de carrocería número 1 optó por hacerlo, como lo muestra la tabla 4.60.

Tabla 4.60 Actividades para la contratación de empresa especializada para el manejo de los residuos peligrosos

Plan de implementación	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alternativa						
Empresa especializada en manejo de residuos						
Actividades						
Firma de contrato y operación del servicio						

Finalmente, el diagrama de Gantt que se refiere a la alternativa de sobre modificar las posturas de las operaciones identificadas como riesgosas, se muestra en la tabla 4.61. A la cual accedió el taller de carrocería 3.

Tabla 4.61 Actividades para modificar posturas

Plan de implementación	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Alternativa						
Modificar posturas en las operaciones						
Actividades						
Instruir al operador en el método propuesto						
Aplicar nuevo método						

Para evaluar la eficacia de las opciones implementadas y realizar ajustes, en caso de requerirse, se definieron indicadores ambientales, económicos y operativos. Los primeros indican el desempeño ambiental logrado en un periodo de tiempo, los terceros indican la eficiencia económica del programa y los operativos indican la manera de llevar a cabo las actividades del programa.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la implementación de las alternativas en base a los indicadores establecidos. Es interesante notar que a pesar de que en las carrocerías participantes existe el mismo compromiso ya formal; y de que implementar el mismo esquema del programa; las salidas en ciertos indicadores son diferentes; lo cual indica que el avance hacia la sustentabilidad se ve afectado por factores particulares en cada alternativa.

Para la alternativa de plan de capacitación, se impartieron cinco temas, los cuales ya fueron descritos en el diagrama de Gantt correspondiente. En la tabla 4.62, 4.63 y 4.64 se muestran los indicadores de asistencia para los talleres 1, 2 y 3, respectivamente.

Tabla 4.62 Resultados de los cursos de capacitación en el taller 1

Cursos impartidos	Asistencia
Tema 1	100%
Tema 2	100%
Tema 3	100%
Tema 4	80%
Tema 5	80%

Tabla 4.63 Resultados de los cursos de capacitación para el taller 2

Cursos impartidos	Asistencia
Tema 1	100%
Tema 2	100%
Tema 3	100%
Tema 4	80%
Tema 5	80%

Tabla 4.64 Resultados de los cursos de capacitación para el taller 3

Cursos impartidos	Asistencia
Tema 1	80%
Tema 2	100%
Tema 3	80%
Tema 4	100%
Tema 5	100%

Para la alternativa de colocar las hojas de seguridad al alcance de los trabajadores, se obtuvo respuesta favorable por parte de los proveedores de los talleres, resultado que se refleja en las tablas 4.65, 4.66, 4.67

Tabla 4.65 Hojas de seguridad colocadas en el taller 1

Número de las diferentes sustancias tóxicas en el establecimiento	Hojas de seguridad para esas sustancias en el establecimiento
7	7

Tabla 4.66 Hojas de seguridad colocadas en el taller 2

Número de las diferentes sustancias tóxicas en el establecimiento	Hojas de seguridad para esas sustancias en el establecimiento
7	7

Tabla 4.67 Hojas de seguridad en el taller 3

Número de las diferentes sustancias tóxicas en el establecimiento	Hojas de seguridad para esas sustancias en el establecimiento
7	7

El seguimiento de la aplicación de herramienta conocida como las 5'S en los tres talleres que implementaron la herramienta, se hizo a través de los indicadores de los días en que se mantuvo el orden en las áreas de trabajo.

Las tablas 4.68, 4.69 y 4.70 muestran los resultados del monitoreo de la limpieza diaria en los talleres.

Tabla 4.68 Resultados de la implementación de las 5'S en el taller 1

Área	Días en orden/Enero	Días en orden/Febrero	Días en orden/Marzo	Días en orden/Abril	Días en orden/Mayo
Área de almacén de materiales	13	12	15	7	11
Área de almacén de herramientas	13	12	15	7	11
Área de pintura	13	12	15	7	11
Área de carroceado	13	12	15	7	11
Área de patio	13	5	15	3	4

Tabla 4.69 Resultados de la implementación de las 5'S en el taller 2

Área	Días en orden/Enero	Días en orden/Febrero	Días en orden/Marzo	Días en orden/Abril	Días en orden/Mayo
Área de almacén de materiales	7	2	6	7	12
Área de almacén de herramientas	7	2	6	7	12
Área de pintura	7	2	3	7	12
Área de carroceado	7	2	3	7	12
Área de patio	7	0	0	0	0

Tabla 4.70 Resultados de la implementación de las 5'S en el taller 3

Área	Días en orden/Enero	Días en orden/Febrero	Días en orden/Marzo	Días en orden/Abril	Días en orden/Mayo
Área de almacén de materiales	15	20	17	12	10
Área de almacén de herramientas	15	20	17	12	10
Área de pintura	15	20	17	12	10
Área de carroceado	15	20	17	12	10
Área de patio	15	10	7	4	0

La implementación de la alternativa de separación de los residuos peligrosos en un contenedor especial, arrojó la información contenida en las tablas 4.71, 4.72 y 4.73.

Tabla 4.71 Cantidad de residuos sólidos peligrosos generados en el taller 1

Mes	Cantidad de residuos peligrosos generados/ Kilos *
1*	89.2
2	22.3
3	18.9
4	14.5
5	13.2
6	15.8

Tabla 4.72 Cantidad de residuos sólidos peligrosos generados en el taller 2

Mes	Cantidad de residuos peligrosos generados/ Kilos **
1*	55.9
2	65.7
3	40.0
4	13.4
5	11.2
6	7.8

Tabla 4.73 Cantidad de residuos sólidos peligrosos generados en el taller 3

Mes	Cantidad de residuos peligrosos generados/ Kilos **
1*	66.7
2	23.5
3	17.6
4	20.0
5	34.9
6	15.3

*Mes de aplicación de la herramienta 5'S

En cuanto a la alternativa, sobre la separación de residuos no peligrosos, las tablas 4.74 y 4.75 muestran los resultados para cada uno de los talleres que la instauró.

Tabla 4.74 Cantidad de residuos no peligrosos generados en el taller 1

Mes	Cantidad de residuos no peligrosos/Kilos) *
Enero	10.3
Febrero	15.9
Marzo	33.6
Abril	36.4
Mayo	40.3
Total	136.5

Tabla 4.75 Cantidad de residuos no peligrosos generados en el taller 2

Mes	Cantidad de residuos no peligrosos/Kilos) *
Enero	13.8
Febrero	10.7
Marzo	8.0
Abril	23.9
Mayo	12.4
Total	68.8

Tabla 4.76 Cantidad de residuos no peligrosos generados en el taller 3

Mes	Cantidad de residuos no peligrosos/Kilos) *
Enero	12.4
Febrero	14.5
Marzo	16.9
Abril	12.8
Mayo	17.3
Total	73.9

*La recolección de los materiales no peligrosos, la está llevando a cabo la empresa REFECO (Recicladora de Fibras Ecológicas).

La alternativa referente a la modificación de la operación de pintado, tiene su incidencia en los materiales que se utilizan para hacer la mezcla (pintura base y reductor), ya que al eliminar una capa de pintura, se reduce la cantidad de mezcla para preparar. Esta alternativa se implementó únicamente en el taller 1. La tabla 4.77 muestra las cantidades utilizadas para preparar desde 0.5 hasta 3 litros de la mezcla con el método anterior (3 capas) y para el método actual (2 capas)

Tabla 4.77 Cantidades de pintura y reductor con el método actual y con el método propuesto

Método actual		Método propuesto	
Pintura/litros	Reductor/litros	Pintura	Reductor
0.5	0.42	0.38	0.32
1	0.83	0.77	0.46
1.5	1.25	1.15	0.96
2	1.67	1.54	1.28
2.5	2.08	1.92	1.60
3	2.50	2.31	1.92

Para calcular las cantidades de pintura y reductor ahorrados durante los meses que duró el monitoreo, se llevó un riguroso control de las cantidades de pintura y reductor que se usó en cada servicio durante tres meses, para poder compararlo con las cantidades que se hubieran utilizado con el método anterior. La tabla 4.78 muestra las cantidades correspondientes al mes de febrero con la aplicación del método nuevo, durante este mes se repararon 23 automóviles.

Tabla 4.78 Cantidad de pintura y reductor con el método propuesto durante el mes de febrero

Número de automóviles (Febrero)	Pintado con dos capas de pintura (Método nuevo)			
	Litros de pintura por carro	Total pintura	Litros de reductor/carro	Total reductor
2	0.38	0.76	0.32	0.64
4	0.77	3.08	0.46	1.84
8	1.15	9.2	0.96	7.68
5	1.54	7.7	1.28	6.4
3	1.92	5.76	1.6	4.8
1	2.31	2.31	1.92	1.92
23		28.81		23.28

La tabla 4.79 muestra los resultados que se hubieran generado con el método anterior con el mismo tipo y número de servicios.

Tabla 4.79 Cantidades de pintura y reductor utilizado con el método actual durante el mes de febrero

Número de automóviles	Pintado con tres capas de pintura (Método anterior)			
	Litros de pintura por carro	Total pintura	Litros de reductor/carro	Total reductor
2	0.5	1	0.42	0.84
4	1	4	0.83	3.32
8	1.5	12	1.25	10
5	2	10	1.67	8.35
3	2.5	7.5	2.08	6.24
1	3	3	2.5	2.5
23		37.5		31.25

La tabla 4.80 muestra los resultados obtenidos para el mes de marzo, cuando se le atendieron 19 automóviles.

Tabla 4.80 Cantidades de pintura y reductor utilizada en el mes de marzo con el método propuesto

Número de automóviles (Marzo)	Pintado con dos capas de pintura (Método propuesto)			
	Litros de pintura por carro	Total pintura	Litros de reductor/carro	Total reductor
7	0.38	2.66	0.32	2.24
2	0.77	1.54	0.46	0.92
5	1.15	5.75	0.96	4.8
3	1.54	4.62	1.28	3.84
1	1.92	1.92	1.6	1.6
1	2.31	2.31	1.92	1.92
19		18.8		15.32

Asimismo, la tabla 4.81, muestra las cantidades de pintura y reductor, que se hubieran utilizado atendiendo ese número de servicios.

Tabla 4.81 Cantidades de pintura y reductor utilizada en el mes de marzo con el método actual

Número de automóviles	Pintado con tres capas de pintura (Método actual)			
	Litros de pintura por carro	Total pintura	Litros de reductor/carro	Total reductor
7	0.5	3.5	0.42	2.94
2	1	2	0.83	1.66
5	1.5	7.5	1.25	6.25
3	2	6	1.67	5.01
1	2.5	2.5	2.08	2.08
1	3	3	2.5	2.5
19		24.5		20.44

Durante el mes de abril se atendieron y repararon 22 automóviles. La tabla 4.82 muestra las cantidades de pintura y reductor utilizados con nuevo método implementado.

Tabla 4.82 Cantidades de pintura y reductor utilizadas en el mes de abril con el método propuesto

Número de automóviles (Abril)	Pintado con dos capas de pintura (Método propuesto)			
	Litros de pintura por carro	Total pintura	Litros de reductor/carro	Total reductor
11	0.38	4.18	0.32	3.52
4	0.77	3.08	0.46	1.84
3	1.15	3.45	0.96	2.88
2	1.54	3.08	1.28	2.56
1	1.92	1.92	1.6	1.6
1	2.31	2.31	1.92	1.92
22		18.02		14.32

De igual manera, la tabla 4.83, se presentan las cantidades de pintura y reductor que se hubieran utilizado en la compostura de esos mismos 22 automóviles con el método anterior.

Tabla 4.83 Cantidades de pintura y reductor utilizadas en el mes de abril con el método actual

Número de automóviles	Pintado con tres capas de pintura (Método anterior)			
	Litros de pintura por carro	Total pintura	Litros de reductor/carro	Total reductor
11	0.5	5.5	0.42	4.62
4	1	4	0.83	3.32
3	1.5	4.5	1.25	3.75
2	2	4	1.67	3.34
1	2.5	2.5	2.08	2.08
1	3	3	2.5	2.5
22		23.5		19.61

En el caso de la implementación del uso de la pistola H.L.V.P. el indicador se estableció como número de talleres utilizando tecnología más limpia, en este caso, únicamente el propietario del taller 2 decidió utilizarlas.

Para la implementación del cambio de posturas, se recurrió únicamente a instruir al empleado, de la única carrocería (Taller 1) que optó por esta alternativa, sobre la nueva

postura para la colocación de la pieza de los guardafangos. La tabla 4.84 muestra la nueva posición, apegada al código de OWAS, así como la valoración de riesgo nueva.

Tabla 4.84 Código de OWAS para la postura propuesta en el área de mecánica

Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Riesgo
4	1	1	1	2

Para la siguiente operación catalogada como riesgosa, se instruyó al operador sobre la nueva postura para pintar las partes bajas del automóvil. La tabla 4.85 muestra la evaluación para la postura nueva, que consiste en que el trabajador eleve el automóvil 30 cms del suelo, con la ayuda del gato hidráulico y se siente para llevar a cabo la operación, postura que según la evaluación nos da un riesgo de 1.

Tabla 4.85 Código de OWAS para la postura propuesta en el área de pintado

Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Riesgo
1	1	1	1	1

4.2.4 Resultados de la Etapa 4: Evaluación

El equipo de equipo de sustentabilidad evaluó los indicadores de sustentabilidad y en base a los resultados se determinó si los datos obtenidos concordaron con los objetivos y metas del programa.

A continuación se muestran los resultados de la implementación por cada una de las alternativas seleccionadas:

En la gráfica 5.31 se observan los resultados obtenidos de la implementación de los cursos de capacitación, dónde obtuvo un 76% de asistencia para cada uno de los talleres participantes.

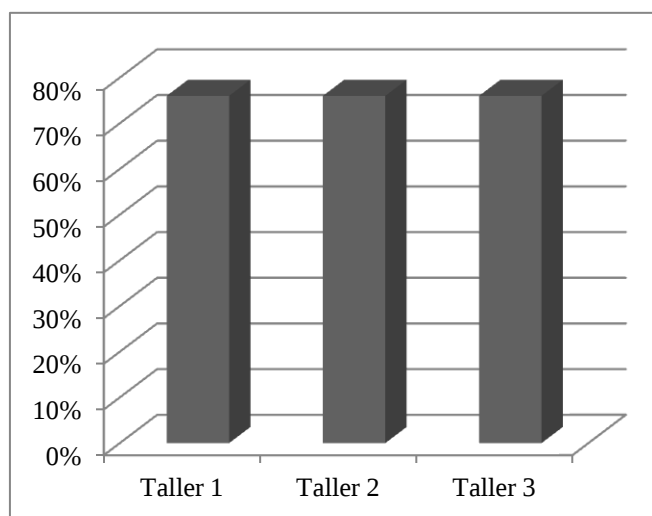


Figura 4.31 Resultados de la implementación de la alternativa del plan de capacitación

La gráfica 4.32 muestra el porcentaje de avance en lo que respecta a la alternativa de colocación de hojas de seguridad.

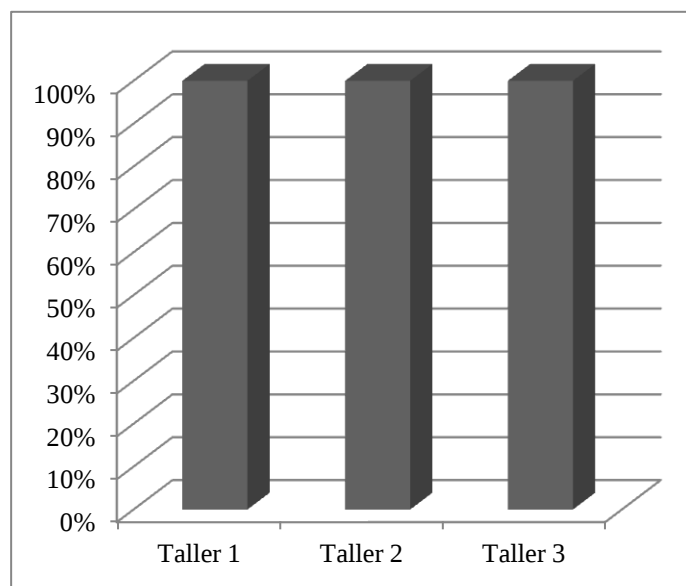


Figura 4.32 Resultados de la implementación de Hojas de Seguridad

La figura 4.33, muestra la gráfica de los resultados obtenidos por la implementación de la herramienta de las 5'S en el taller 1.

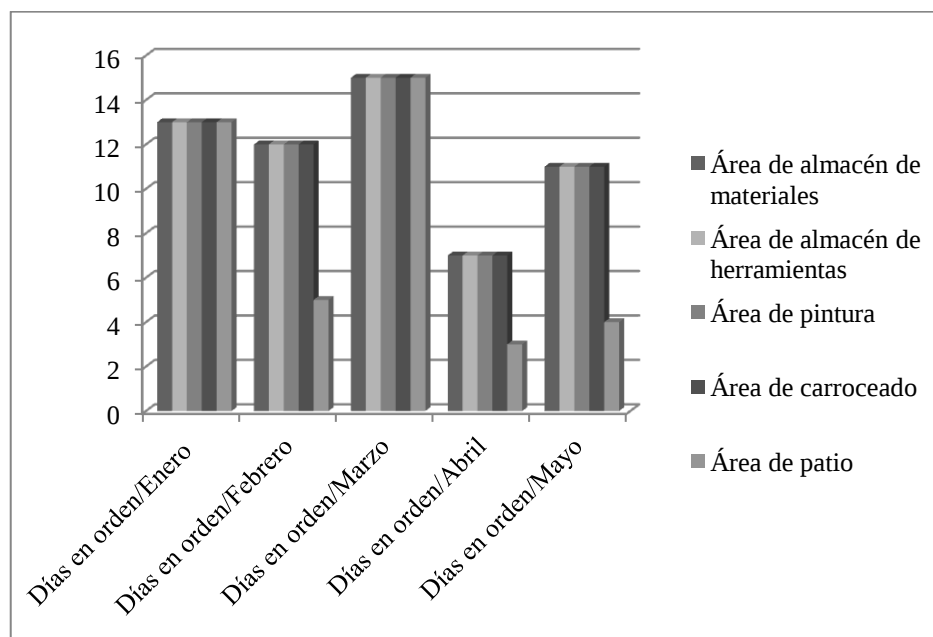


Figura 4.33 Resultados de la implementación de la herramienta 5'S en el taller 1

La figura 4.34, muestra la gráfica de los resultados obtenidos por la implementación de la herramienta de las 5'S en el taller 2

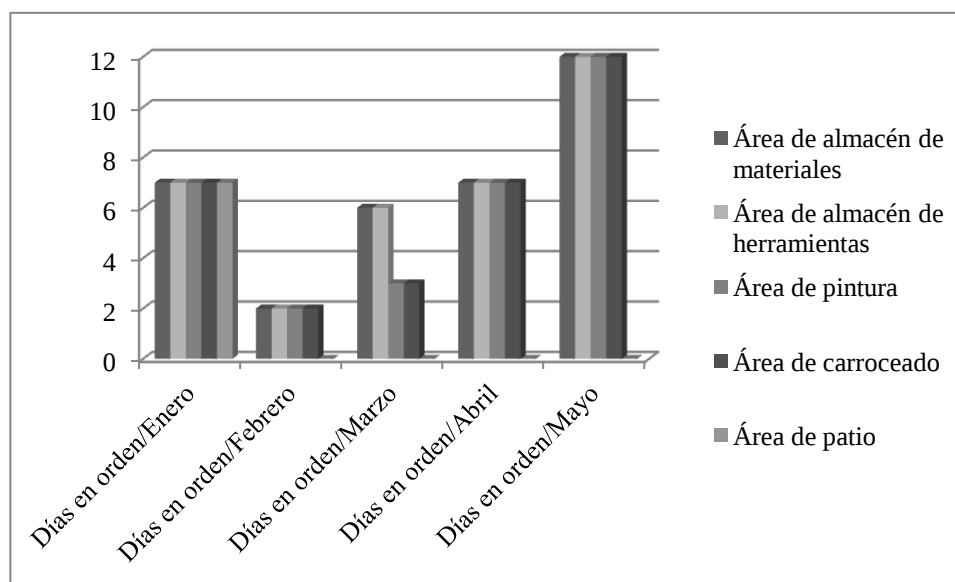


Figura 4.34 Resultados de la implementación de la herramienta 5'S en el taller 2

La figura 4.35, muestra la gráfica de los resultados obtenidos por la implementación de la herramienta de las 5'S en el taller 3

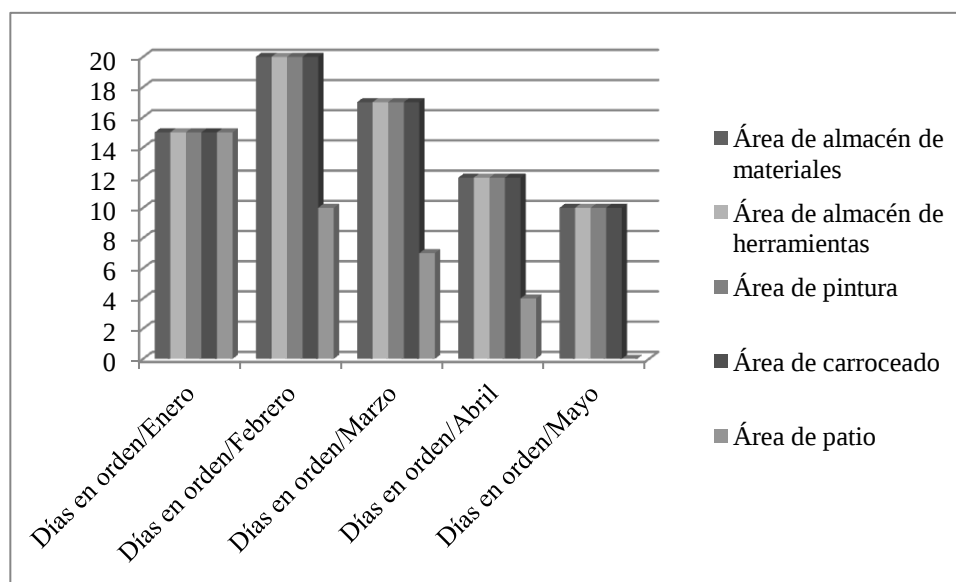


Figura 4.35 Resultados de la implementación de la herramienta 5'S en el taller 3

La figura 4.36 muestra los resultados del monitoreo sobre los meses (Enero-Mayo) en que se separaron los residuos peligrosos.

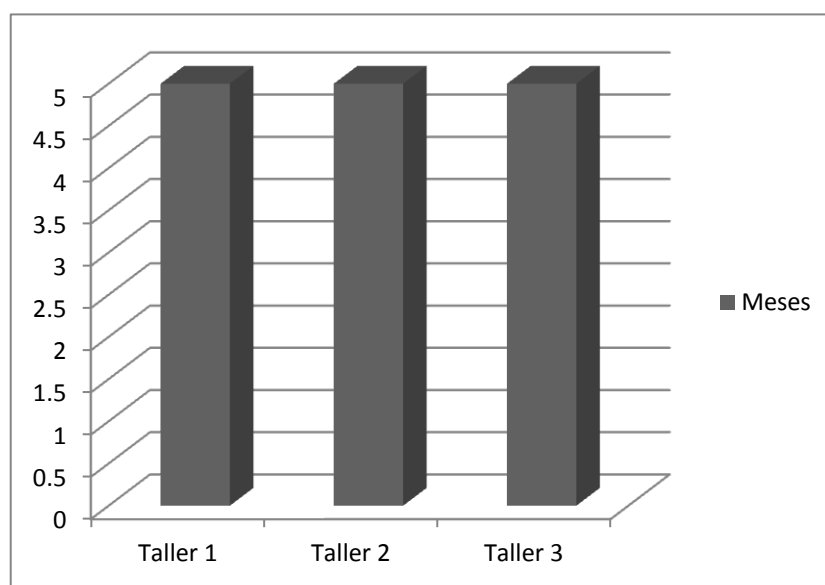


Figura 4.36 Resultados de la implementación de la alternativa de separación de residuos peligrosos

Los resultados de la implementación sobre meses separando los residuos no peligrosos se presentan en la gráfica 4.37

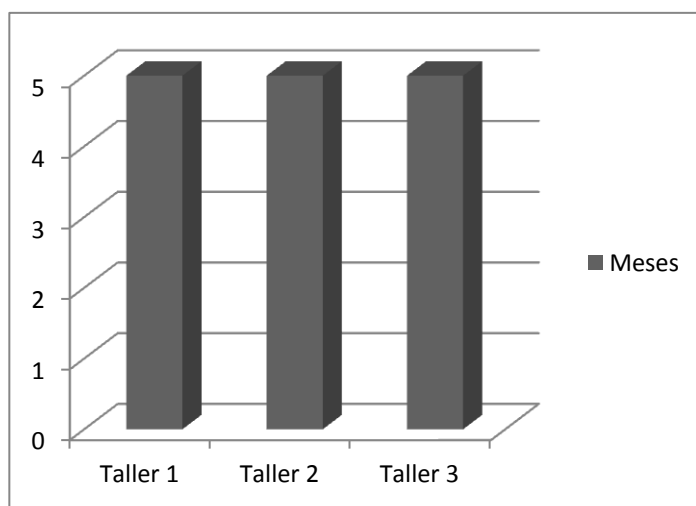


Figura 4.37 Resultados de la implementación de la alternativa de separación de los residuos no peligrosos

La gráfica 4.38 muestra los resultados de la implementación de la alternativa de utilización de tecnologías más limpias, los resultados se refieren a talleres con implementación de tecnología limpia.

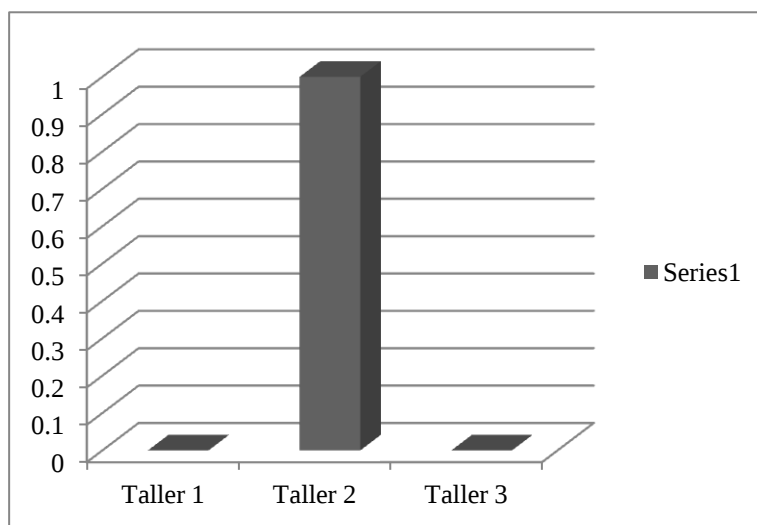


Figura 4.38 Resultados de la implementación la alternativa de tecnologías más limpias

La gráfica 4.39 muestra los resultados de la implementación de la alternativa de cambio en la operación de pintado.

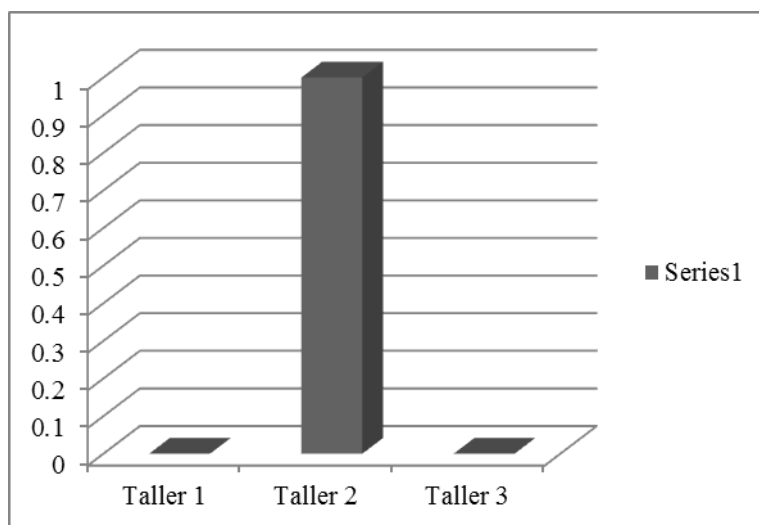


Figura 4.39 Resultados de la implementación de la alternativa de cambio de operación de pintado

La gráfica 4.40 muestra los resultados de la implementación de la alternativa de contratación de empresa especializada en el manejo de residuos.

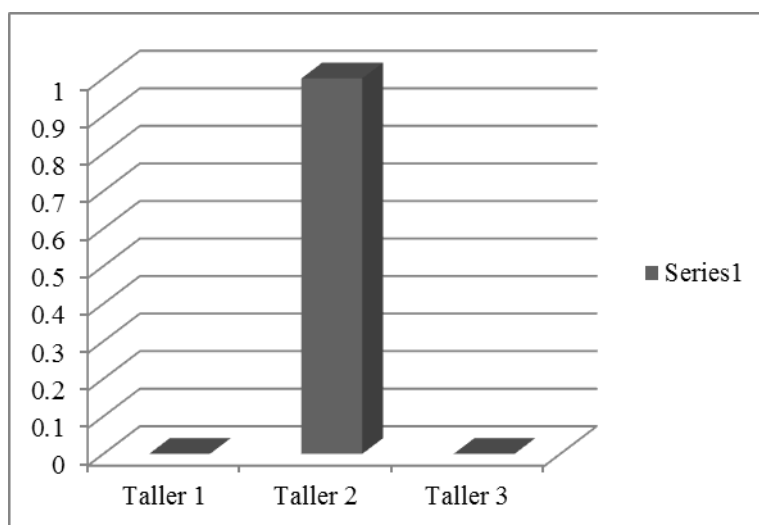


Figura 4.40 Resultados por la contratación de una empresa especializada en el manejo de residuos

La gráfica 4.41 muestra los resultados de la implementación de la alternativa de modificación de posturas.

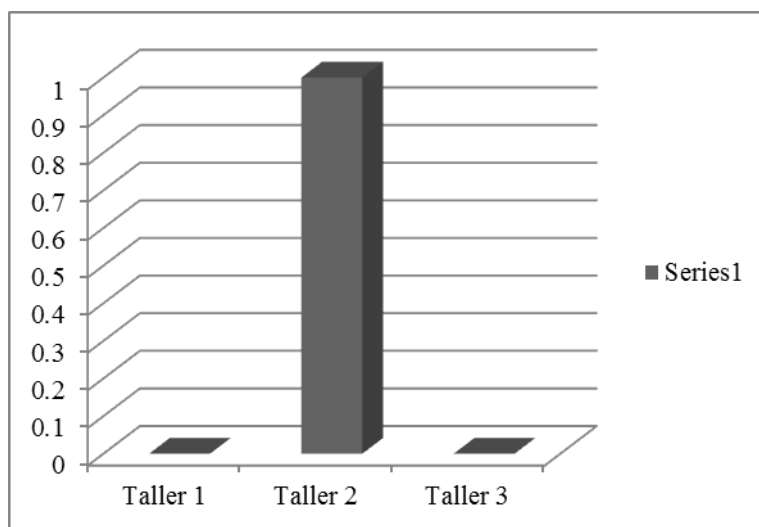


Figura 4.41 Resultados de la implementación de cambio de posturas

4.2.5 Resultados de la Etapa 5: Adaptaciones y mejoras

Para finalizar el ciclo, se realizó una reunión con cada uno de tres equipos participantes con el propósito de discutir los resultados obtenidos y decidir las acciones a seguir.

En esta etapa, cada equipo decidió continuar monitoreando la implementación de las alternativas por lo menos otros seis meses y volver a evaluarlas para realizar las adaptaciones o mejoras necesarias.

4.3 Resultados de los estudios toxicológicos

Para respaldar la información generada por los resultados del análisis de sangre se decidió aplicar una encuesta denominada “de la salud” (anexo 8), a los trabajadores que proporcionaron la muestra de sangre. A continuación se muestran los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta. La tabla 5.86 muestra la información general sobre los trabajadores.

Tabla 4.86 Información general de los trabajadores que participaron en el estudio de sangre

			Suma	%
Nombre del puesto	Mecánico	y	10	33
	pintor			
	Pintor	y	14	47
	carrocero			
Años en el trabajo	Pintor		6	20
	0-10 años		10	
	11-20 años		8	
	21-30 años		4	
Posibles exposiciones (químicos, polvos, humos)	Más de 30 años		8	
	Si		30	
	No		0	
Trabaja con productos que contienen isocianatos	Si		30	
	No		0	
Frecuencia	Diario		21	
	Semanal		4	
	Mensual			
	Otro		5	

En la tabla 4.87 se muestran los resultados obtenidos sobre el historial médico de los empleados, ordenados por tiempo de exposición en el trabajo.

Tabla 4.87 Historial médico de los trabajadores muestreados

Tiempo de exposición	Alergia		Rinitis		Enfermedades de la Piel		Musculo esqueléticos	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
0-10 años	30%	70%	20%	80%	40%	60%	30%	70%
11-20 años	38%	63%	13%	88%	25%	75%	50%	50%
21-30 años	0%	100%	0%	100%	50%	50%	50%	50%
Más de 30 años	25%	75%	0%	100%	0%	100%	38%	63%

En el caso de las preguntas sobre síntomas actuales, encontramos los resultados que se observan en la tabla 4.88

Tabla 4.88 Síntomas actuales de los trabajadores muestreados

	Dificultad para respirar		Agitación		Tos Persistente		Dolor en el pecho		Irritación y sequedad de la piel		Flujo nasal e irritación de los ojos	
Tiempo de la exposición	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
0-10 años	0%	100%	10%	90%	0	100%	0%	100%	30%	70%	30%	70%
11-20 años	25%	75%	25%	75%	25%	75%	13%	88%	25%	75%	25%	75%
21-30 años	50%	50%	0%	100%	25%	75%	0%	100%	75%	25%	75%	25%
Más de 30 años	13%	88%	0%	100%	0	100%	13%	88%	13%	88%	38%	63%

Las muestras de sangre se obtuvieron de los 30 trabajadores, sus edades fluctuaron en un rango de 18 a 67 años, rango que fue respetado en el caso del grupo control. Todos los participantes en el estudio son del género masculino.

El protocolo para el análisis de las muestras, ya fue descrito en el apartado correspondiente.

Los resultados obtenidos en el caso de los carroceros indican que únicamente dos de ellos manifestaron respuesta positiva a la presencia del compuesto, los 28 restantes resultaron negativos a la presencia del químico, la figura 4.42 muestra los resultados de manera gráfica.

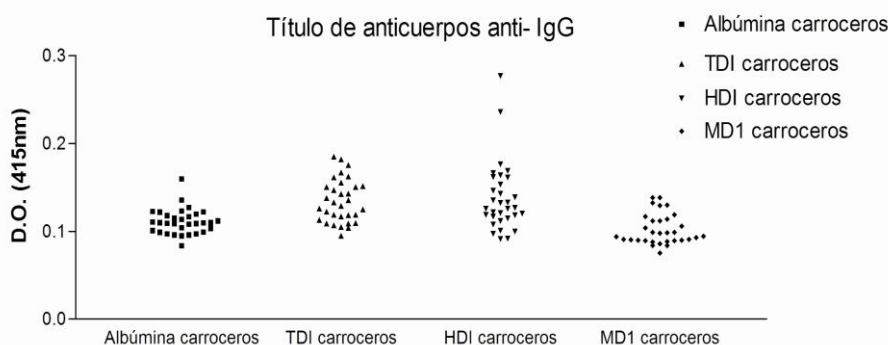


Figura 4.42 Resultado de los análisis de sangre de los sujetos expuestos

Los números obtenidos en el caso de los sujetos no expuestos se muestran en la figura 4.43 y puede apreciarse que todos los resultados se encuentran dentro del rango considerado sin presencia del compuesto.

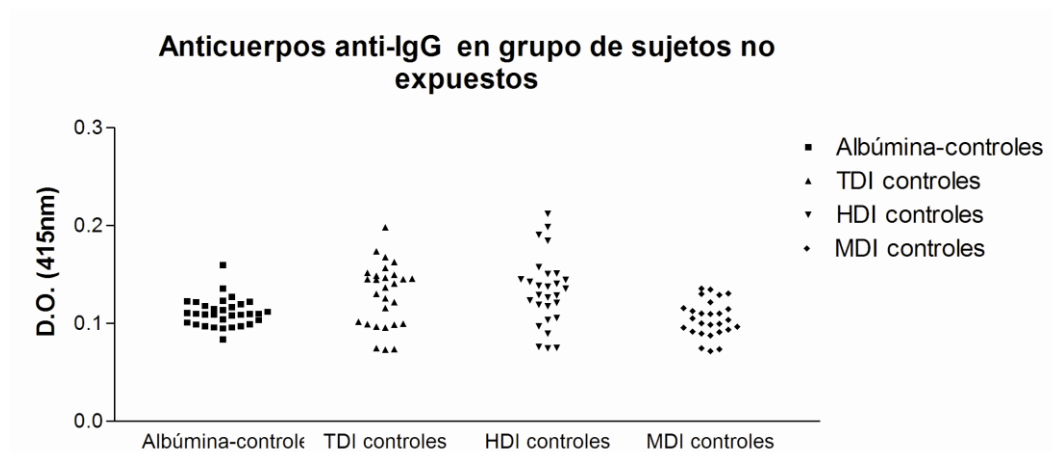


Figura 4.43 Resultados de los análisis de sangre de los sujetos no expuestos

Discusión y Conclusiones

Discusión

Las micro, pequeña y mediana empresas (MIPYMES) son de vital importancia para México [90]; sin embargo, tal y como consta en el capítulo referente al estado del arte, no es frecuente encontrar un instrumento que oriente a tales organizaciones a operar bajo un Sistema de Servicios Sustentables, término que se refiere aquel donde ofrecen bienes y servicios usando procesos y operaciones que integren la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores, así como beneficios para la comunidad a la vez que impulsa el crecimiento económico de la organización.

El sector de las MIPYMES que integra a los talleres de servicios automotrices, incluye a aquellos establecimientos denominados carrocerías, lugar donde se reparan los daños o desperfectos que pueden presentar la estructura y lámina del automóvil. Por lo tanto, un Sistema de Servicios Sustentables encaja perfectamente para esta actividad económica en la que hay un intercambio de productos y servicios por compensaciones monetarias y que a la vez afecta al medio ambiente, a la comunidad que rodea estos centros de trabajo y a la salud y seguridad de los trabajadores que ahí laboran.

Un Sistema de Servicios Sustentables también contempla la participación e integración de elementos como gobierno, sociedad, proveedores, instituciones de educación superior y centros de investigación, todos ellos elementos relacionados con el funcionamiento de las microindustrias; sin embargo, la transición de la microindustria de la carrocería hacia un sistema de servicios sustentable dependió en gran medida de lo que se haga o se deje de hacer *in situ*; por tanto, el punto focal de esta investigación se centró en el compromiso y participación de los propietarios y empleados de los talleres de carrocería a través del diseño e implementación de un Programa de Servicios Sustentables (PSS)[91].

Según algunos autores, no existe una fórmula simple y única para que las organizaciones o compañías establezcan un programa de esta naturaleza; no obstante, existen algunos pasos básicos que deben examinarse y adoptarse al crear un enfoque individual para la

prevención de la contaminación [85]. Por ejemplo, uno de ellos, señala que en un taller de carrocería, las prácticas de prevención de la contaminación, básicamente pueden enfocarse a tres categorías: cambio de productos, mejora en las operaciones o mejora en la tecnología utilizada [61]. Parecería, sencillo enfocarse a estas tres categorías y diseñar e implementar un programa; sin embargo, el diseño se dificulta cuando trata de una microindustria que opera con escalas bajas de producción, donde utilizan tecnologías adaptadas, son de propiedad familiar y su financiamiento procede de fuentes propias, características inherentes a las tres carrocerías participantes en el estudio.

Los resultados obtenidos en los tres talleres de carrocerías participantes en el estudio demuestran que se alcanzaron indicadores de sustentabilidad promisorios en lo referente a la prevención, disminución e incluso eliminación de riesgos ambientales y ocupacionales; no obstante, esos indicadores revelan un avance distinto en cada uno de los establecimientos, lo cual indica que a pesar de que las tres avanzaron hacia la sustentabilidad, existen factores propios de cada negocio que les permitieron o impidieron, lograr el mismo rendimiento. Invariablemente, un factor clave que influyó en los resultados fue la condición inicial encontrada durante la etapa de planificación, específicamente durante el diagnóstico, ya que mientras en unos talleres contaban con procedimientos para llevar a cabo sus operaciones, otras lo hacían en base a la experiencia práctica que les han concedido los años en esta actividad.

Otro factor, que influyó en que se obtuvieran resultados diferentes es el vacío de cultura ambiental, ocupacional y de legislación, entendiéndose como *vacío* a la poca conciencia o conocimiento que prevalece entre los carroceros acerca de estos temas, ya que al igual que en los procedimientos, la percepción hacia ellos es diferente, ya que mientras unos están preocupados por su salud, en otros es evidente la indiferencia hacia estos elementos, lo que ocasiona que la implementación y operación de las opciones se vuelva más complicado [92].

Aunado a lo anterior, la situación financiera de cada propietario es diferente, por lo que la resistencia por parte de algunos a realizar inversiones económicas, fue otro factor, que influyó en que se obtuvieran resultados diferentes en los indicadores de sustentabilidad. A

medida que se avanzaba en la implementación del esquema cada uno de los propietarios visualizo que sin necesidad de grandes inversiones es posible realizar cambios en las operaciones y actividades diarias en beneficio de la salud y del medio ambiente, ni que decir, del conocimiento que adquirieron por parte de los proveedores sobre nuevos productos en el mercado que son amigables con el medio ambiente, sin tener que invertir más y sin comprometer la calidad de su trabajo.

La claridad del diseño del Programa de Servicios Sustentables permite que sea implementado y operado a pesar de la existencia de las deficiencias, diferencias y dificultades mencionadas. La acertada formación de un equipo de sustentabilidad que involucra al dueño y a los empleados en todas las actividades emanadas del programa logra el desarrollo de las capacidades para identificar, eliminar y/o reducir los riesgos ocupacionales y ambientales que se generan diariamente en el negocio y los responsabiliza de las acciones a seguir para prevenirlos y/o reducirlos, sin necesidad de seguir siendo asesorado por un experto en la materia. También los familiariza y encauza a operar bajo un enfoque de sustentabilidad, hasta hace poco ausente en su formación.

Otro de los beneficios de la implementación del programa fue demostrar que en una organización con las características de una MIPYME, es posible utilizar herramientas de ingeniería, administración y psicología para generar información que sustente la toma de decisiones en cuestiones de salud y seguridad de los empleados del negocio y de la comunidad que los rodea, sobre todo en términos de normatividad aplicable, como ya se analizó en el apartado correspondiente, la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) son responsables de garantizar el cumplimiento de la ley en los aspectos ocupacionales y ambientales; sin embargo, el que operen bajo estructuras regulatorias diferentes y con muy poca, sino es que nula coordinación, ocasiona que los propietarios de negocios como los aquí estudiados, operen bajo una ignorancia en ambas cuestiones.

El hecho de que la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), asegure que las micro empresas son el sector industrial con el peor comportamiento ambiental, aseveración respaldada por académicos y cámaras de comercio [93], representa un importante

incentivo para fomentar la implementación y operación de un programa de esta naturaleza por parte de los propietarios de los pequeños establecimientos porque a través de la identificación y evaluación de los riesgos garantiza el cumplimiento de la normatividad y mejora su desempeño ambiental.

Los estudios toxicológicos realizados a los empleados de los talleres de carrocería para comprobar si existía relación entre los síntomas de enfermedades manifestadas por los trabajadores y la exposición a los compuestos llamados isocianatos, no reveló evidencia concluyente, esto a pesar de que la teoría indica que esos síntomas están íntimamente relacionados con la exposición a éstos compuestos que se encuentran en las sustancias químicas que utilizan en sus operaciones, que en el caso de pinturas y lacas son los del tipo HDI, TDI y MDI [26]. Sin embargo, a pesar de no haber encontrado evidencia conclusiva en este sentido, la necesidad de implementar un sistema de la naturaleza, del aquí propuesto, se basará en el Principio Precautorio emitido en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo [94], el cual decreta:

"Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente".

Los resultados obtenidos en el estudio confirman que cualquier intervención que se realice en una microindustria con miras a mejorar el entorno de trabajo y su actuación ambiental, beneficia tanto a los involucrados directamente como a la comunidad que los rodea. Si dicha intervención se realiza de manera sencilla y eficaz con una herramienta como el programa de servicios sustentables garantiza entre otras cosas mejora en el desempeño ambiental, en la seguridad de los trabajadores y de la comunidad circundante, incremento de las capacidades, cumplimiento de la regulación aplicable y la formalización de la administración desde el punto de vista de éstos tópicos.

La Universidad Autónoma de Baja California, a través de la presente tesis doctoral, se ha unido al igual que la Universidad de Sonora a las instituciones de educación superior comprometidas con incorporar a sus funciones los principios derivados de la declaración de la Agenda 21[95]. Principios que promueven una cultura proactiva con la sociedad, fomentado y participado en proyectos que promueven la sustentabilidad, salud y el uso eficiente de los recursos en la región, dentro siempre de un marco de justicia y de respeto y cuyo objetivo es promover prácticas de Producción Limpia y Prevención de la Contaminación a lo largo y ancho del territorio mexicano, contribuyendo al desarrollo del país de una manera más sustentable [31].

Conclusiones

La implementación y operación del programa de servicios sustentables en tres talleres de carrocería de la ciudad de Hermosillo, demostró que el enfoque de la prevención de la contaminación representa una de las mejores herramientas para fomentar la participación de este sector para desarrollar sus capacidades para identificar, reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales generados diariamente en sus centros de trabajo. Además, la estructura del programa de servicios sustentables permite aplicarse a pesar de no contar con un gran capital económico.

Sin embargo, a pesar de que la iniciativa de diseñar e implementar un programa de esta naturaleza surgió de una institución de educación superior. El gobierno debe realizar un esfuerzo, en conjunto con instituciones civiles, que fomente la participación de los micros y pequeños generadores de residuos contaminantes y que acumulados representan un riesgo para la comunidad.

Considerando los resultados obtenidos en la presente tesis, es posible aseverar que con la participación del gobierno, instituciones de educación superior, centro de investigación cámaras de comercio, proveedores, sociedad en general en la promoción e implementación de programas de servicios sustentables es posible transitar al sector de las carrocerías a operar bajo un sistema de servicios sustentables.

Por otro parte, lograr que en los talleres de carrocería se promueva un sistema de servicios sustentables, marcaría la pauta para extrapolar estas mismas acciones a otras áreas económicas con características similares en su operación y las cuales seguramente al cumplir con su proceso operativo, no están exentos de exponer a sus trabajadores a riesgos ocupacionales y de generar riesgos ambientales.

Trabajos futuros

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:

El esquema del programa de servicios sustentables permite implementarlo y operarlo en los distintos ramos que conforman las MiPymes: talleres de herrería, carpintería, salones de belleza, imprentas, entre otras, lo cual ofrece un interesante nicho de investigación.

Los resultados demuestran que existe tecnología de punta que coadyuva a minimizar los riesgos ambientales y a la salud; sin embargo, las condiciones económicas de los talleres de carrocería mexicanos, no permiten adquirirla, por lo que se propone desarrollar tecnología eficiente pero económica, como un sistema de limpieza de pistola, una cabina de pintado, equipo para levantar los automóviles, desensamblarlos, etc.

En relación a los resultados obtenidos en los exámenes de sangre, éstos no arrojaron datos concluyentes, sobre si los trabajadores de las carrocerías mexicanas, son portadores o no de sustancias químicas en el cuerpo; sin embargo, la literatura marca como primer causa de asma ocupacional los compuestos químicos denominados isocianatos, razón por la cual se sugiere realizar estudios toxicológicos más profundos, sobre todo considerando que los carroceros participantes en la investigación pintan al aire libre y no en cabinas cerradas como los citados en la literatura.

Por último, queda abierta la posibilidad de efectuar un estudio más minucioso acerca de las inter-relaciones de los componentes del sistema de servicios sustentables, gobierno, sociedad, cámaras de comercio, instituciones de educación superior y como esas inter-relaciones pueden integrarse para apoyar aún más el transitar de las MiPymes hacia un estado de sustentabilidad.

Referencias

- [1] Enander, R. T., D. M. Gute and R. Missaghian (1998): Survey of risk reduction and pollution prevention practices in the Rhode Island automotive refinishing industry. *Am Ind Hyg Assoc J* 59:478-489.
- [2] Redlich, C. A., D. Bello and A. V. Wisnewski (2006): Isocyanate exposures and health effects. in *Environmental and occupational medicine*, 4th Edition, Rom, W. N. (ed), pp. Philadelphia: Lippincott-Raven, in press.
- [3] EPA, Environmental Protection Agency (2000): Emission Inventory Improvement Program, Auto Body Refinishing, Chapter 13, P. 13. 4-3.
- [4] Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro (1992)
- [5] Medellín M., Pedro (1998) El principio precautorio: es tal vez el punto más importante para la sostenibilidad del planeta, publicado en Pulso, Diario de San Luis, Sección Ideas, pag. 4a del jueves 20 de agosto de 1998. Consultado en línea el 1 de julio del 2009 en : <http://ambiental.uaslp.mx/docs/PMM-AP980820.pdf>
- [6] INEGI (2010) Instituto Nacional de Estadística y Geografía Informática: Anuario Estadístico Sonora.
- [7] Zavala, A-, Moure-Eraso, R., Munguía, N. and Velázquez. L. (2011) *A Sustainable Services System in the Automotive Refinishing Industry: **New Trends and Developments in Automotive Industry***. Editorial Marcello Chiaberge. Pag. 1-18
- [8] Miller, G. T., (2002): *Ciencia Ambiental: preservemos la tierra*, Editorial Thomson, 5ta. Edición, p. 238
- [9] Galea, V. (2007): *Understanding Environmental Risk*, Ohio State University Extension Fact Sheet, (Internet) Disponible en: <http://ohioline.osu.edu/cd-fact/0196.html>
- [10] Levy, B. Wegman David, (2002) *Occupational Health, Recognizing and Preventing Work-Related Disease and Injury*. Fourth Edition, Editorial, Lippincott Williams & Wilkins, 2002, pág. 9

- [11] Cortés Díaz J.M. (2001) Seguridad e Higiene del Trabajo, Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales, 3ra Edición, Alfaomega, p. 26
- [12] Ray, A., C (2000) Seguridad Industrial y Salud. Cuarta Edición Editorial Pearson Prentice Hall p.4
- [13] Plog Barbara A. (2002) Industrial Hygiene, Overview of Industrial Hygiene, chap 1, p. 7
- [14] CESVI, (Centro de Educación Vial, México): Manual de prevención de riesgos en las carrocerías, 2da. Edición, P. 46-47 año
- [15] NIOSH (1996): Preventing Asthma and Death from Diisocyanate Exposure, Publication No. 96-111 (Internet). Disponible en: <http://www.cdc.gov/>
- [16] Liu, Y, L., Sparer J., Woskie, S., Cullen, M., Chung, J., Holm, C., and Redlich, C., (2000) Qualitative Assessment of Isocyanate Skin Exposure in Auto Body Shops: A Pilot Study in *American Journal of Industrial Medicine* 37:265-274
- [17] Di Stefano, F., S. Siriruttanapruk, J. McCoach, M. Di Gioacchino and P. S. Burge (2004): Occupational asthma in a highly industrialized region of UK: report from a local surveillance scheme. *Allerg Immunol (Paris)* 36:56-62 (2004)
- [18] Bilurbina, L., (1990) Materiales Metálicos no resistentes ala corrosión, pág. 70 , Editorial Productica
- [19] OSHA (2006) Occupational Safety & Health Administration: Safety and Health Topics: Isocyanates, (Internet) Disponible en: <http://www.osha.gov/SLTC/isocyanates/index.html>, p. 3
- [20] Pronk, A., Yu, F., Vlaaderen, J., Tielemans, E., et al. (2006) Dermal, inhalation, and internal exposure to 1,6-HDI and its oligomers in car body repair shop workers and industrial spray painters, *Occupational Environmental Medicine*, 63:624-631
- [21] ATSDR (2010), Agency for Toxic Substances & Disease Register, Department of Health and Human Services, U.S: Toluene (Internet), Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts56.html

- [22] OSHA (2011), Occupational Safety and Health Administration, Disponible en : http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_272200.html
- [23] Bello, D., Streicher, R., Woskie, S. (2002) Evaluation of the NIOSH draft method 5525 for determination of the total reactive isocyanates group (TRIG) for aliphatic isocyanates in autobody repairs shops: *Journal of Environmental Monitoring* 4, 351-360
- [24] Redlich, C., Stowe, M., Wisnewski et al., (2001) Subclinical Immunologic and Physiologic Responses in Hexamethylene Diisocyanate Exposed Auto Body Shop Workers: *American Journal of Industrial Medicine* 39: 587-597
- [25] Bello, D., Woskie, S., Streicher, R., Liu, Y., et al. (2004) Polyisocyanates in Occupational Environments a Critical Review of Exposure Limits and Metrics. *American Journal of Industrial Medicine* 46: 480-491
- [26] Bello, D., Woskie, S., Streicher, R., Stowe, M., et al., (2005) A laboratory investigation of effectiveness of various skin and surface decontaminants for aliphatic polyisocyanates: *Journal Environmental Monitoring*, 7: 716-721
- [27] Cebollero, P., Echegoyen, E., Santolaria, M.A. (2005) Asma Ocupacional. *An. Sist. Sanit. Navar.* 28 (Supl. 1): 51-63
- [28] Redlich, C., Karol, M., (2002) Diisocyanate asthma: clinical aspects and immunopathogenesis. *International Immunopharmacology* 2: 213-224
- [29] Pronk, A., Yu, F., Vlaaderen, J., Tieleman, E., et al. (2006) Dermal, inhalation, and internal exposure to 1,6-HDI and its oligomers in car body repair shop workers and industrial spray painters, *Occupational Environmental Medicine*, 63:624-631
- [30] Sparer, J., M. H. Stowe, D. Bello, Y. Liu, R. J. Gore, F. Youngs, et al.: Isocyanate exposures in autobody shop work: the SPRAY study. *J Occup Environ Hyg* 1:570-581 (2004).
- [31] Pronk, A., Preller, L., Raulf-Heimsoth, M., et al. (2007) Respiratory Symptoms, Sensitization and Associations with Isocyanate Exposure in Spray Painters: *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 175: 2007 02-215

- [32] Park R M, Silverstein MA, Maizlish N, Mirer F (1986). Mortality among workers in auto repair and auto body shops. NIOSH Contract No. 210-81-5104 Report. 23
- [33] Delgado, P., Porcel, J., Abril, I., Torres, N., Terán, A. and Zugasti A. (2004) Potential Dermal Exposure during the Painting Process in Car Body Repair Shops. *Annals of Occupational Hygiene*, Vol 48(3), pp. 229-236
- [34] MEDLINEPLUS (2007): Trusted Health Information for you. US National Library Medicine and the National Institute Health, (Internet) Disponible en <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002747.htm>
- [35] Enander, R. T., H. J. Cohen, D. M. Gute, L. C. Brown, A. M. Desmaris and R. Missaghian (2004): Lead and methylene chloride exposures among automotive repair technicians. *J Occup Environ Hyg* 1:119-125 (2004).
- [36] ATSDR (1995): Agency for Toxic Substances & Disease Register, Department of Health and Human Services, U.S.: Estireno (Internet) Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts53.html
- [37] Pisanello, D., Muriale, L., (1989) The Use of Isocyanate Paints in Auto Refinishing – A survey of Isocyanate Exposures and Related Work Practices in South Australia: *The Annals of Occupational Hygiene*, Vol. 33, No. 4, pp. 563-572, 1989
- [38] Enander, R. T., H. J. Cohen, D. M. Gute, L. C. Brown, A. M. Desmaris and R. Missaghian (2004): Lead and methylene chloride exposures among automotive repair technicians. *J Occup Environ Hyg* 1:119-125 (2004).
- [39] Heitbrink, W., Cooper, T., Edmonds, M., Bryant, C., Ruch, W. (1993): In-Depth Survey Report: Control Technology for Autobody Repair and Painting Shops, U.S. Department of Health and Human Services, Report No. ECTB 179-14a (Internet) Disponible en <http://www.osha.gov/SLTC/autobody/docs/ectb179-14a/ectb179-14a.html>
- [40] Sakai, K., Hisanaga, N., Shibata, E., Ono, Y., Takeuchi, Y., (2006): Asbestos Exposures during Reprocessing of Automobile Brakes and Clutches. *Journal Occupational Environmental Health* 12:95-105
- [41] Toxics Use Reduction Institute at the University of Massachusetts Lowell (2006), Five Chemicals study, Lowell, MA. Autor: Retrieve November 1, 2006, from http://turi.org/library/turi_publications/five_chemicals_study.

- [42] DNREC (1996) (Department of Natural Resources & Environmental Control): A pollution Prevention Guide for Automotive Repair Shops, (Internet): Disponible en: <http://www.dnrec.state.de.us/del-auto.htm>
- [43] P2RX (2006): Pollution Prevention Information Center: Start Preventing Pollution: Auto Body Shops Pollution Prevention Guides: (Internet): Disponible en: <http://peakstoprairies.org/p2bande/autobody/abguide/fs2.cfm>
- [44] EPA (2002) U.S. Environmental Protection Agency, Design for the Environment Projects; EPA 744-F-00-019, (Internet) Disponible en: <http://www.epa.gov/dfe/pubs/tools/dfefactsheet/dfefacts8-02.pdf>
- [45] Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente (LGEEPA) Disponible en: <http://www.cddhcu.gob.mx/LeyesBiblio/>
- [46] Ley Federal del Trabajo Disponible en: <http://www.cddhcu.gob.mx/LeyesBiblio/>
- [47] Carmona, L.C. (1990), Analisis de la Ley General de Equilibrio Ecologico, articulo publicado por el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Autonoma de México en el Boletín de Derecho Comparado XXIII, enero-abril 1990, pag. 232-243
- [48] Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir.htm>
- [49] Reglamentos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>
- [50] Procuraduría Federal del Ambiente, Disponible en: <http://www.profepa.gob.mx/profepa>
- [51] Cunningham, Neil (2002) Regulating small and medium sized enterprises. *Journal of Environmental Law*, 14: 3-32
- [52] Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del Estado de Sonora disponible en <http://www.congresoson.gob.mx/leyes.php>
- [53] Reglamento para el servicio público de limpia, recolección, manejo y disposición final de residuos sólidos en el municipio. Disponible en: http://www.hermosillo.gob.mx/portalthransparencia/marco_legal.aspx

- [54] Instituto de Ecología (2011), Ayuntamiento de Hermosillo. Disponible en: <http://www.hermosillo.gob.mx>
- [55] STPS (2010) Secretaría de Trabajo y Previsión Social, Disponible en: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>
- [56] Oldenburg, K., Geiser, K., Pollution Prevention and...or industrial ecology? *Journal Cleaner Production*, Vol. 5, No. 1-2 p 103-108
- [57] Centro Nacional para la Producción más Limpia, CPL (2007): Técnicas para la producción más Limpia, (Internet) disponible en: <http://www.produccionlimpia.cl>, accesada el día 7 de octubre del 2007
- [58] United Nations Environment Programme UNEP, "Cleaner Production keys elements," 2001.
- [59] Thorpe, B., (1999) Citizen's Guide to Clean Production, Clean Production Network and the Lowell Center for Sustainable Production, p. 3
- [60] Freeman, H.M., (1995) Industrial Pollution prevention handbook, Mc Graw Hill, Inc. p. 13
- [61] Enander, R., Gute, D., Cohen, H.J. (2003) The concordance of Pollution Prevention and Occupational Health and Safety: A perspective on U.S. Policy. *American Journal of Industrial Medicine* 44: 312-320 p. 317
- [62] EPA (2003). EPA New England Press Releases: EPA and Lawrence Mayor Announce Project to Reduce Pollution from Auto Body Shops. (Internet) Disponible en <http://www.epa.gov/NE/pr/2003/jan/030107.html>
- [63] EPA (2000). Environmental Protection Agency. Design for the Environment: Automotive Refinishing Partnership: Best Practices for the paint mixing room: EPA 744-F-00-003(Internet).
Disponible en: http://www.epa.gov/opptintr/dfe/pubs/auto/bp_mixing/bp_mixing.pdf
- [64] EPA (1998). Design for the Environment Small Auto Refinish Shop Project. Report EPA744-F-98-013, 1998
- [65] DTSC (2006). California State, Department of Toxic Substances Control: Auto Body and Paint Shops Project (Internet). Disponible en: <http://www.dtsc.ca.gov/PollutionPrevention/ABP/index.cfm>
- [66] DNREC (2004). Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control: Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self-Certification Program. p 3-5

- [67] Small Automotive Refinishing Project in Philadelphia (2011). Design for Environment a Partnership Program, Enviromental Protection Agency. Disponible en internet: <http://www.epa.gov/dfe/pubs/auto/factsheet/autobody.pdf>
- [68] Auto Body Shops Pollution Prevention (2011). Disponible en internet: <http://peakstoprairies.org/p2bande/autobody/abguide/index.cfm>
- [69] DTSC (2009) Pollution Prevention for Autobody and Paint Shops, Disponible en : <http://www.dtsc.ca.gov/PollutionPrevention/>
- [70] Auto Body Certification Program (ABC). Disponible en internet <http://www.dem.ri.gov/programs/benviron/assist/pdf/abdycert.pdf>
- [71] Shoemaker, P., Skogstrom, T., Shea, J. and 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. The Journal of Environmental 70(1) p. 22:28
- [72] SCDHEC (2010), South Carolina Department of Health and Environmental Control, Disponible en www.scdhec.gov/environment/baq/docs/AreaSources/6H/Autobody
- [73] Sánchez, B., Genaro (2009), Las micro y pequeñas empresas mexicanas ante la crisis del paradigma económico de 2009.
- [74] OCDE, Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2005), SME and Entrepeunership Outlook, 2005 Edition
- [75] Castillo, A. R., Barber, K. C. (2008) Asociación como estrategia mundial (2008), Revista de la Contaduría, Octubre
- [76] Gómez, Acevedo, K., Romero Cortes, Torres Herrera, Álvarez Carval, Sierra López, Carbal Herrera (2010) Evaluación de la Gestión Ambiental de las Pymes del sector industrial en la ciudad de Cartagena.
- [77] Robles, L.C., García, D. J. (1998) La integración de la gestión medioambiental en la estrategia empresarial de las Pymes, Actualidad Financiera, Número 4, Paginas 35-45
- [78] ONU (1992) Agenda 21. Recuperado el 8 de julio del 2011. Disponible en: <http://www.un.or/esa/dsd/agenda21>
- [79] Denegri, F., Peña, C. (2011) Identificación de perfiles ambientales en la Pyme a través de auditoría ambiental. *Contaduría y Administración*, No. 235, Portal de revistas científicas y arbitradas de la UNAM, disponible en <http://www.contaduriayadministracionunam.mx>
- [80] UNEP, Cleaner Production (CP) (2001): Cleaner Production keys elements: (Internet) Disponible en Internet en http://www.uneptie.org/pc/cp/understanding_cp/home.htm,

- [81] Kjaerheim, G. (2005) Cleaner production and sustainability. *Journal of Cleaner Production* 13: 329-339
- [82] Case, L., Freeman, H.M., (1998) Manual de Prevención de la Contaminación Industrial, Mc Graw Hill, Inc. p. 116
- [83] Hunt, G., Freeman, H., (1998) Manual de Prevención de la Contaminación Industrial, Mc Graw Hill, Inc. p. 10
- [84] Dennison, M. (1996) Pollution Prevention, Strategies and Technologies, Government Institutes, Inc. p. 254
- [85] Rossi, M., Ellenbecker, M., Geiser, K (1991) Techniques in Toxics use Reduction: From Concept to Action. Engineering Solutions to Improve the Environment. p. 27
- [86] DTSC (2003). California State, Department of Toxic Substances Control: Auto Body and Paint Shops Project (Internet). Disponible en: <http://www.dtsc.ca.gov/PollutionPrevention/ABP/index.cfm>
- [87] EPA (2002) Breathing Easy...Ensuring Proper Ventilation of Paint Mixing Rooms in Auto Refinish Shops. 744-F-02-008
- [88] Rodellar L. Adolfo, (2002): Seguridad e Higiene en el Trabajo, Editorial Alfaomega, p 67
- [89] EPA (2000). Environmental Protection Agency. Design for the Environment: Automotive Refinishing Partnership: Best Practices for the paint mixing room: EPA 744-F-00-003 (Internet). Disponible en: http://www.epa.gov/opptintr/dfe/pubs/auto/bp_mixing/bp_mixing.pdfEPA
- [90] Saavedra G., María L y Hernández C., Yolanda. Caracterización e importancia de las MIPYMES en Latinoamérica. Actualidad Contable FACES Año 11 N° 17, Julio-Diciembre 2008. Mérida. Venezuela. (122-134)
- [91] Zavala, A., Velázquez, L (2011) *Programa de Servicios Sustentables (PSS) para los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México*. Las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) y su transición hacia un estado de sustentabilidad, Revista EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud 2011, pag.
- [92] Velazquez, L.E., Bello, D., Munguia, N., Zavala, A., Marin, M. and Moure-Eraso, R. (2007) "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 (2) 104-11.

- [93] García, Myriam (2006), México.- Descuidan Pymes medio ambiente, Periódico Reforma, 26 de diciembre, primera hoja.

- [94] Agenda 21 (1992), RIO DECLARATION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT
Disponible en Internet: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm>

- [95] Velázquez, L., Munguia N., Romo, M., (1999) Education for Sustainable Development: The engineer of the 21st century: European Journal of Engineering Education. 24(4) p. 359

Anexo 1: Encuesta sobre Leyes y Reglamentos Ámbito ambiental

Leyes y Reglamentos y Normas por Ámbito	Conoce la siguiente Ley, Norma o Reglamento aplicable a su negocio en cuestión ambiental	
	Si	No
LEYES FEDERALES		
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente		
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos		
Reglamento de la LGEEPA en materia del Evaluación del Impacto Ambiental		
Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica		
Reglamento de la LGEEPA en materia de Ruido		
NOM-002-ECOL-1996 Limites Máximos Permisibles de Contaminantes en las descargas de Aguas Residuales a los Sistemas de Alcantarillado Urbano o Municipal		
NOM-052-SEMARNAT-2005, Características de los Residuos peligrosos, el procedimiento de Identificación, Clasificación y los listados de los Residuos Peligrosos		
NOM-081-SEMARNAT-1994. Limites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.		
LEYES ESTATALES		
Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al medio Ambiente del Estado de Sonora		
MUNICIPALES		
Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición final de residuos sólidos en el municipio de Hermosillo.		

Anexo 2: Encuesta sobre Leyes y Reglamentos ámbito ocupacional

Leyes y Reglamentos y Normas por Ámbito	Conoce la siguiente Ley, Norma o Reglamento aplicable a su negocio en cuestión ocupacional	
LEYES FEDERALES		
	SI	NO
Ley Federal del Trabajo		
Ley General de Salud		
Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo		
NOM-002-STPS-2000. Condiciones de Seguridad-Prevención, Protección y Combate de Incendios en los Centros de Trabajo.		
NOM-005-STPS-1998. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo para el Manejo Transporte y Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas		
NOM-006-STPS-2000. Manejo y Almacenamiento de Materiales- Condiciones y Procedimientos de Seguridad.		
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-011-STPS-2001. Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se genere ruido.		
NOM-015-STPS-2001. Condiciones Térmicas Elevadas o Abatidas condiciones de Seguridad e Higiene.		
ESTATAL		
Ley que Reglamenta las funciones y actividades de la Dirección General de Trabajo y Previsión Social		

Anexo 3. Escala de conducta Ecológica General de Kaiser

Fuente: Psicología de la Sustentabilidad

	0	1	2	3	NC
1. Manejo en las vías rápidas a velocidades menores de 100 Km/h					
2. Guardo y reciclo el papel usado					
3. Separo botellas para reciclar					
4. Le he hecho saber a alguien que se ha comportado de manera que daña el ambiente					
5. Compro comidas preparadas					
6. Compro productos con empaques que pueden volver a utilizarse					
7. Compro productos (frutas y verduras) de temporada					
8. Leo acerca de temas ambientales					
9. Platico con amigos acerca de problemas relacionados con el ambiente					
10. Utilizo un insecticida químico					
11. Busco maneras de reusar cosas					
12. Animo a mis amigos y familiares a que reciclen					
13. Ahorro gasolina. caminando o viajando en bicicleta					

Anexo 4. Reactivos del Paradigma de la interdependencia humana

	Completamente de acuerdo	En parte de Acuerdo	En Parte en Desacuerdo	Completamente en Desacuerdo
1 Los seres humanos sólo podemos progresar si cuidamos los recursos naturales				
2. Los seres humanos podemos disfrutar de la naturaleza sólo si hacemos un juicioso uso de sus recursos				
3. El verdadero progreso humano sólo puede lograrse manteniendo un balance ecológico.				
4. Si contaminamos los recursos naturales, ahora, las personas del futuro sufrirán las consecuencias.				
5. Los seres humanos pueden progresar y cuidar la naturaleza al mismo tiempo.				
6. Cuidar la naturaleza ahora significa asegurar el futuro para los seres humanos.				
7. Debemos consumir menos recursos para que las generaciones presentes y las futuras puedan disfrutarlos.				
8. El cuidado de la naturaleza también nos trae una ventaja económica pues de ella extraemos los recursos				
9. El progreso humano y el cuidado de la naturaleza son perfectamente compatibles				

Anexo 5. Método OWAS (Ovako Work Analysis System)

En el sistema de OWAS el primer dígito del código de postura indica la posición de la espalda. Hay cuatro opciones para la posición de la espalda:

1. Espalda derecha
2. Espalda doblada
3. Espalda con giro
4. Espalda doblada y con giro

Posición de espalda		Primer dígito del Código de postura.
Esalda derecha El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas.		1
Esalda doblada Existe flexión del tronco. Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999).		2
Esalda con giro Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°.		3
Esalda doblada con giro Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea.		4

El segundo dígito en el código de observación indica la postura de los brazos. Hay tres opciones para las posturas de los brazos en el sistema OWAS:

1. Ambos brazos por debajo del nivel del hombro
2. Un brazo a la altura del hombro o más arriba
3. Dos brazos a la altura del hombro o más arriba

Posición de los brazos		Segundo dígito del Código de postura.
Los dos brazos bajos Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros.		1
Un brazo bajo y el otro elevado Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros.		2
Los dos brazos elevados Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros.		3

El tercer dígito en el código de postura de OWAS indica la posición de las piernas. Hay siete opciones para las posturas de las piernas en el sistema OWAS:

1. Sentado
2. Parado en las dos piernas rectas
3. Parado en una pierna recta
4. Parado o en cuclillas en dos piernas dobladas
5. Parado o en cuclillas en una pierna dobladas
6. Arrodillado
7. Caminando

Posición de las piernas		Tercer dígito del Código de postura.
Sentado		1
De pie con las dos piernas rectas con el peso equilibrado entre ambas		2
De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas		3
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.		4
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado entre ambas Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.		5
Arrodillado El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.		6
Andando		7

El cuarto dígito en el código de OWAS indica que tan grande es la carga que la persona está manipulando o cuanta fuerza debe utilizarse en la operación. Hay tres alternativas para la carga o uso de fuerza:

1. Menos de 10 kilogramos
2. Entre 10 y 20 kilogramos
3. Más de 20 kilogramos

Cargas y fuerzas soportadas	Cuarto dígito del Código de postura.
Menos de 10 Kilogramos.	1
Entre 10 y 20 Kilogramos	2
Mas de 20 kilogramos	3

La frecuencia de las diferentes posturas y la proporción que representan durante el tiempo de actividad se determina por la observación, por lo que esta se realiza durante intervalos iguales de tiempo a lo largo de un periodo de actividad normal. Este intervalo de tiempo por lo general es de 30 o 60 segundos, aunque deben ser menores cuando sea posible grabar la actividad o la naturaleza de la tarea lo requiera. Así mismo, el período de

observación no debe exceder los 40 minutos sin un descanso de 10 minutos para evitar fallas de parte del observador.

Mediante la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, permitiendo identificar hasta 252 posiciones diferentes como resultado de las posibles combinaciones de la posición de la espalda (4 posiciones), brazos (3 posiciones), piernas (7 posiciones) y carga levantada (3 intervalos), como se observa en la tabla. De dichas observaciones de estas posturas se saca un indicador que este nos dirá la acción a tomar.

		Piernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Espalda	Brazos																					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Anexo 6. Cuestionario para vecinos de las carrocerías

Objetivo: a-El cuestionario explora la posible de exposición a solventes, isocianatos y otros peligros (ruido, polvo, humo, residuos sólidos, etc.) generadas por las carrocerías. b- Ver si existe alguna evidencia de síntomas o enfermedades en grupo susceptibles (niños, ancianos, enfermos mujeres embarazadas)

Nombre de la carrocería/ID _____ Fecha (dd/mm/yy)

Nombre del Investigador: _____

1. Apellido: _____

Nombre _____ Tel (C/T)/Cel: _____

2. Edad de la persona entrevistada: _____ Sexo: M ____ / ____ H

3 Cuantos años tiene la carrocería cerca de su casa? _____ Años

4. Distancia (metros) del área de pintado de la carrocería a su sala o cocina _____ (m)

5. ¿Cuántas personas viven en la casa? _____

Bebes (<3 años)

Niños (3 <12 años) _____

Ancianos (> 65años) _____

Mujeres Embarazadas _____

Enfermos crónicos/mucho tiempo enfermos _____ (asma, presión alta, cáncer, problemas del corazón, diabetes, otros, _____)

INCONFORMIDADES EN GENERAL

6. Ha molestado las actividades de la carrocería a su familia, en algún sentido? (olor a solvente, polvo, ruido, humos de soldadura, otros olores, invasión de espacio de estacionamiento, basura, necesidades fisiológicas en vía pública, borrachos, peleas, etc.),

Si ____ No _____

Si la respuesta es afirmativa, favor de enlistarlas:

A- _____

B- _____

C- _____

Exposiciones específicas relacionadas con las carrocerías

A- ¿Huele olores extraños (como solventes, etc.)? No ____ Si _____

B- ¿Hay mucho polvo proveniente de la carrocería? No ____ Si _____

C- ¿Ruido? No ____ Si _____

D- ¿Humos de soldadura? No ____ Si _____

SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS

7. En caso de tener o haber tenido alguna molestia. ¿Se ha quejado con los dueños? Si _____ No (Vaya a la pregunta 10) _____

8. ¿Qué hicieron los dueños sobre su queja? _____

9. ¿Se ha quejado ante alguna agencia gubernamental? Sí ____ No _____

Quién cree usted que deba resolver este tipo de problemas? (Especifique el nombre de la dependencia) Secretaría el Trabajo y Previsión Social, SEMARNAT, PROFEPA, Policía, Ayuntamiento, Gobierno Estatal, otros)

PREGUNTAS SOBRE SINTOMAS

10. ¿Ha presentado algún de los siguientes problemas de salud?

- | | | |
|------------------------------|----------|----------|
| a) Asma infantil o en adulto | Sí _____ | No _____ |
| b) Efectos neurológicos | Sí _____ | No _____ |
| c) Irritación | Sí _____ | No _____ |
| d) Tos | Sí _____ | No _____ |
| e) Aborto Espontáneo | Sí _____ | No _____ |

Si su respuesta es afirmativa. ¿Qué miembro de la familia tuvo el problema?

Anexo 7. Cuestionario para proveedores de talleres de carrocería

Nombre del proveedor _____ Identificación del proveedor: _____

Contacto: _____ Entrevistador: _____Andrea_____

Fecha de la visita: _____

PREGUNTAS GENERALES:

1. ¿Cuántos años tiene la tienda? _____ Años

2. ¿De cual marca es distribuidor? _____

3. ¿A quién le vende sus productos?

3a. Directamente a los carroceros

3b. A otra tienda

3c. ¿Aproximadamente que porcentaje de carroceros atiende? _____

4. Enliste los diferentes productos de pinturas y sus ventas anuales (cantidades)).

1 Pintura:	2 # producto	3 Cantidad vendida por mes	4 Unidades	Notas
Producto 1				
Producto 2				

5. Enliste los catalizadores y sus ventas anuales (cantidades)

1 Tipo de catalizador	2 # producto	3 Cantidad vendida al mes	4 Unidades	Notas
Catalizador 1				
Catalizador 2				

6. Anote los tipos de reductores y sus ventas anuales (cantidades)

1 Tipo de pintura	2 Producto #	3 Cantidad usada por mes	4 Unidades	Notas

7. Enliste las cantidades anuales de otros químicos (bondo, limpiador de manos, adhesivos, limpiadores, removedores de pintura, etc.)

1 Tipo de producto	2 Producto #	3 Cantidad usada por mes	4 Unidades	Notas

7. ¿Qué área atiende? Hermosillo Hermosillo & alrededores Todo el Estado Otros _____

8. ¿Necesito algún permiso para abrir su tienda?

NO SI Explique qué tipo de permiso: _____

9. ¿Qué regulaciones de tipo ambiental y ocupacional aplican para su negocio?

Necesita ser más específico sobre las regulaciones:

a. ¿Provee entrenamiento para sus empleados? _____

b. ¿Provee HDS y algún otro tipo de información sobre comunicación de riesgos?

c. ¿Prevención de emisiones a la comunidad?

d. ¿De acuerdo con las políticas de la marca representada?

e. Desconoce

10. Emisiones a los vecinos:

11. ¿Cuenta con programa escrito de comunicación de riesgos? 0 No 1 Si

10a. Están las HDS disponibles en la tienda? 0 No 1 Si

10b. Están los contenedores etiquetados apropiadamente? 0 No 1 Si

10c. Existe señalización sobre seguridad y productos peligrosos en la tienda?

0 No 1 Si

11. ¿Qué cantidad de solventes utiliza en un año? _____

12. ¿Cuántos litros de residuos de solventes genera en un año? _____

13. ¿Cómo es la disposición final del solvente? _____

Evaporación Otro _____

14. ¿Ha recibido alguna queja de los vecinos de su tienda? (por ejemplo, olores, ruido, dolor de cabeza, irritación, etc.)

No Si

Especifique _____

15. ¿Cómo es la disposición final de los residuos sólidos?

En el basurero municipal por \$ _____/ton.

Otro:

PREGUNTAS SOBRE EL USO DE GUANTES

16. Enliste todos los tipos de guantes utilizados en la tienda y en que operaciones utilizan.

Glove type N=nitrilo, P=neopreno, R=rubber u otro plástico, A=protección para el calor	Operación	Notas
2.		
3		

PREGUNTAS SOBRE RESPIRADORES

17. Enliste todos los respiradores usados en la tienda y en que operación son utilizados.

1 Respirador Brand [SV, 3M, MSA, North, Wilson, SATA, etc.]	2 Tipo: SAR, PAPR, Reusable, Desechable Polvo	Máscara: FF=Completa, HF=Medio rostro/capucha	Operación	Notas

PREGUNTAS SOBRE SISTEMAS DE VENTILACIÓN

18. ¿Cuenta su establecimiento, actualmente con alguno de los siguientes sistemas de ventilación en el cuarto de mezclado?

18a. Ventilación local para el área de mezclado	0 No	1 Si	
18b. Abanicos	0 No	1 Si	18c.
Área de mezclado ventilada	0 No	1 Si	18d.
Aire acondicionado	0 No	1 Si	
18e. Sistema de ventilación local en el área			
de herramientas	No	1 Si	

19. ¿El sistema local de ventilación tiene filtro para pinturas y solventes?

No Si Comentarios sobre el estado de los filtros _____

Anexo 8. Historia de salud sobre exposición a isocianatos para empleados y trabajadores

Fecha: _____

INFORMACION GENERAL

Fecha de Nacimiento _____
Nombre: _____
Dirección: _____
Empleador: _____ Puesto: _____

INFORMACION SOBRE EXPOSICION Y EMPLEO ACTUAL

Nombre del taller: _____
Descripción del puesto: _____
Años trabajando: _____
Posibles exposiciones (químicos, polvos, humos, vapores, etc.): _____

Turno: Día _____ Noche: _____ Otro _____

Tiene algunos síntomas que pudiera usted relacionarlos con su trabajo? No _____ Si _____. Si es si Explique: _____

Trabaja usted con algunos de las siguientes formas de poliuretanos (pinturas, catalizadores, clear, barnices, etc.) u otros productos que puedan contener isocianato?

No _____ Si _____ MDI _____
TDI _____
HDI _____
Otro isocianatos _____

Si es si Que tan frecuente lo usa? Diario _____ Semanalmente _____ Mensualmente _____
Otro _____

Usted los aplica, mezcla, sirve o calienta estos productos? No _____ Si _____
Si es si Explique: _____

Alguna vez esos productos han derramado o tocado en su piel? No _____ Si _____
Si es si Explique: _____

Indique el tipo de equipo de seguridad que utiliza en su trabajo:

Respirador _____ Tipo _____
Lentes de seguridad _____
Uniforme de protección (overoles etc.) _____ Tipo: _____
Botas _____

Guantes _____
Protectores de oídos _____
Otros _____

Cuantos días de trabajo ha perdido usted en el año pasado diferentes a vacaciones?

0-5 días _____ Razón: Enfermedad _____
5-10 _____ flojera _____
+ 10 _____ otros _____

EMPLEOS ANTERIORES E INFORMACION DE EXPOSICION

Brevemente enlista los últimos empleos que ha tenido por más de 3 meses:

Nombre, ciudad, estado	Descripción de actividades	Años trabajando	Posibles Exposiciones
------------------------	----------------------------	-----------------	-----------------------

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
- 5.- _____
- 6- _____

A tenido usted problemas de salud o síntomas en algunos de estos trabajos? No _____

Si _____ Si es si, explique: _____

HISTORIA MÉDICA

A sido usted diagnosticado con alguna de los siguientes problemas médicos?

_____ Alergias/fiebre del heno	Enfisema _____
_____ Asma	Enfermedad del corazón _____
_____ Rinitis/sinusitis	Depresión _____
_____ Enfermedad del pulmón	Dolor de espalda o problemas musculoesqueleticos _____
_____ Neumonía o Bronquitis	
_____ Asma infantil/Problemas para respirar	Enfermedad del Riñón _____
_____ Enfermedad del hígado (hepatitis)	Cáncer _____
_____ Problemas auditivos	Hernia hiatal _____
_____ Problemas de la piel	

Si la respuesta es si a alguna de las problemas enlistados, ha recibido diagnóstico, tratamiento? _____

Enliste todos los medicamentos que actualmente está tomando, así como la frecuencia con que las toma (píldoras, infantes, medicamentos prescritos etc.)

Enliste todas las hospitalizaciones que ha tenido (incluyendo el diagnóstico y la fecha) y si ha tenido procedimientos de cirugía.

Tiene usted algún tipo de alergia a un medicamento o a la exposición ambiental (polen, gatos, etc.)
SI _____ No _____

Si es si, enliste las sustancias a las cuales puede ser alérgico:

Tiene usted algún médico familiar, o médico general? Si _____ No _____
Por favor enliste algún médico que visite con regularidad(médico general o especialista):

SINTOMAS ACTUALES

Ha presentado algunos de los siguientes síntomas?

	Comienzo (ano)	Frecuencia
Respiración con dificultad	No _____ Si _____	1x/sem _____ 1x/mes _____
Otro _____		
Respiraciones más cortas	No _____ Si _____	1x/sem _____ 1x/mes _____
Otros _____		
Tos persistente	No _____ Si _____	1x/sem _____ 1x/mes _____
Otros _____		
Dolor de pecho	No _____ Si _____	1x/sem _____ 1x/mes _____
Otros _____		
Irritación y sequedad de la piel	No _____ Si _____	1x/sem _____ 1x/mes _____
Flujo nasal y enrojecimiento y ardor de ojos	No _____ Si _____	1x/sem _____ 1x/mes _____

Si es si: 1) Algunos de esos síntomas han ocurrido en el trabajo? No _____ Si _____

Cuales síntomas? _____

2) Mejorar esos síntomas cuando se aleja del trabajo (fines de semana, vacaciones, etc.)
No _____ Si _____

Cuales síntomas? _____

3) Estos síntomas ocurren después del trabajo? No _____ Si _____
Cuales síntomas? _____

4) Cuantas horas o días duraron presentes los síntomas la última vez que se
presentaron? _____

5) Enlista cualquier medicamento o inhalantes que hayas tomado para reducir los síntomas y la
frecuencia: _____

HISTORIA SOCIAL

Ha fumado con regularidad? No _____ Si _____

Qué edad tenía la primera vez que empezó a fumar con regularidad? _____ anos

Usted fuma actualmente? Si _____

No _____ A qué edad dejo de fumar? _____ Ano _____

En promedio cuantos cigarros se fumaba por día? _____

Regularmente bebe más de un vaso de vino, o una cerveza o cualquier bebida alcohólica por día? Si _____
No _____

HISTORIA FAMILIAR

Alguna de las siguientes condiciones están actualmente presentes en algún mimbros de su familia:

Alergias	Si _____ No _____	Que miembro _____
Asma	Si _____ No _____	Que miembro _____
Enfisema	Si _____ No _____	Que miembro _____
Alta presión	Si _____ No _____	Que miembro _____
Enfermedad de Corazón	Si _____ No _____	Que miembro _____

Por favor enliste otros padecimientos que existan en su familia: _____

Productos y Actividades de Divulgación

Artículos

Programa de Servicios Sustentables (PSS) para los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

Las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) y su transición hacia un estado de sustentabilidad

Andrea Zavala, Luis Eduardo Velázquez Contreras y Nora Munguía Vega

Artículo aceptado para la revista EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud 2011

Número 10

Identifying pollution prevention opportunities in the Mexican auto refinishing industry

Nora Munguía, Andrea Zavala, Amina Marin, Rafael Moure-Eraso, Luis Velazquez

Management of Environmental Quality: An International Journal

Volume: 21, Number: 3, Year: 2010, pp: 324-335

Emerald Group Publishing Limited

ISSN: 1477-7835

Challenges in Operating Sustainability Initiatives in Northwest Mexico

Luis Velázquez, Nora Munguía, Andrea Zavala and Maria de los Ángeles Navarrete

Sustainable Development

Sust. Dev. 16, 000–000 (2008)

Published online in Wiley InterScience

(www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/sd.357

A Survey of Environmental and Occupational Work Practices in the Automotive Refinishing Industry of a Developing Country: Sonora, México

Luis Velázquez, Sc.D, Dhimiter Bello, Sc.S, Nora Munguia Sc.D, Andrea Zavala, M.Sc, Amina Marin, M. Sc, Rafael Moure-Eraso Ph.D.

International Journal Occupational and Environmental Health

Enero 2008

Capítulo de libro:

A Sustainable Services Program in the Automotive Refinishing Industry

M.C Andrea Zavala, Dr. Luis Velázquez, Dr. Rafael Moure-Eraso, Dra. Nora Munguia

Libro: "Trends and Developments in Automotive Engineering", ISBN 978-953-307-999-8

Published by INTECH.

Diciembre, 2010

Ponencias Internacionales:

Título: Sistema de Servicios Sustentables para los talleres de carrocería mexicanos

Evento: ORP

Autores: Andrea Zavala, Luis Velázquez, Nora Munguía

Fecha: Noviembre, 2011

Lugar: Santiago de Chile

Título: Sustainable Services System in the Mexican Auto Refinishing Industry

Evento: ERSCP-EMSU, The European Roundtable on Sustainable Consumption and Production

Autores: Andrea Zavala, Luis Velázquez, Nora Munguía y Guadalupe Dórame

Fecha: Octubre, 2010

Lugar: Delft, Holanda

Título: Pollution Prevention in a Auto Assembly Plant in Hermosillo, México

Evento: 2nd International Workshop/Advances in Cleaner Production

Autores: Javier. Esquer, Natanael. Elenes, Andrea Zavala

Fecha: Mayo 2009

Lugar: Sao Paulo, Brasil.

Título: Pollution Prevention Opportunities in the Mexican Auto Refinishing Industry

Evento: V Environmental Management for Sustainable Universities, (EMSU, por sus siglas en inglés)

Autores: Andrea Zavala, Luis Velázquez, Nora Munguía

Fecha: Octubre 2008

Lugar: Barcelona, España.

Conferencias locales

Título de la conferencia: Esfuerzos hacia la Sustentabilidad: un caso de estudio.

Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora

Lugar: Hermosillo, Sonora

Fecha: Diciembre 2010

Título de la conferencia: Sustentabilidad en las Ingenierías: Un caso de estudio

Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora

Lugar: Hermosillo, Sonora

Fecha: Noviembre 2009