



São Paulo - Brazil - May - 22nd to 24th - 2013

Acc4emic

INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

Producción más Limpia y Procesos Innovadores para una Industria de Re-Manufactura de Partes Plásticas Automotrices en Hermosillo, Sonora

MUNGUÍA, N. E. ^{a*}, POOM, T. G. ^a, VELAZQUEZ, L. E. ^a, ESQUER, J. ^a

a. Universidad de Sonora, México

**Corresponding author, nmunguia@industrial.uson.mx*

Abstract

Currently, industries are required to include best practices in order to reduce the impact of their activities with their environment. The nature of the production process of industry will be the determining factor in efforts to prevent pollution. So making a precise characterization of the process is an essential part for cleaner production. This work, with this recognition, aims to propose a program of cleaner production and pollution prevention in a re manufacturing industry of automotive plastic parts in the city of Hermosillo, Sonora, this program is based on the eight steps of a Industrial Pollution Prevention Handbook, taking place within the period of May to December 2012. During the development of this research was detected the existence of environmental and occupational risks. Quantitative and qualitative analysis was made for the assessment of these, in order to broaden the scope of understanding. Increase the scope of the project is recommended in order to take advantage of the corporate interest in improving their practices due to the importance of achieving a greater competitiveness on terms of sustainability.

Keywords: *cleaner production, pollution prevention, industry.*

1. Introducción

Actualmente, el desarrollo sustentable juega un papel muy importante en la sociedad (Helling, 2005). En lo que respecta al sector industrial se resalta la necesidad de crear sistemas de producción altamente eficientes que involucren conceptos económicos, ecológicos y sociales que permitan limitar el daño al medio ambiente de las industrias, permitiendo la preservación del medio ambiente (Blengini y Shields, 2011).

Estos sistemas altamente eficientes incluyen prácticas de producción más limpia y prevención a la contaminación con el fin de mejorar su competitividad en materia de sustentabilidad La producción más limpia es definida por la UNEP (1994) como “La continua aplicación preventiva de estrategias ambientales integrales a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia y reducir riesgos a los humanos y al ambiente”. En este trabajo se diseña y propone un programa de producción más limpia para una compañía de re manufactura de partes plásticas automotrices.

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

São Paulo - Brazil - May 22nd to 24th - 2013

2. Métodos

La metodología que se plantea para este estudio es mixta, debido a que se recabaran datos cuantitativos, a través de mediciones y cualitativos, a través de la evaluación de percepciones y observaciones. Se utilizó la metodología descrita por Freeman (1998) para la creación de un programa de producción más limpia, constituida por ocho fases que integradas permitirán detectar oportunidades para la prevención a la contaminación en la industria de re-manufactura de partes automotrices que compete este estudio.

3. Resultados

La creación de un programa de producción más limpia y prevención a la contaminación tiene como parte principal la caracterización del proceso. El principal producto que elabora la empresa es una defensa re-manufacturada o reconstruida, con una apariencia fuertemente igual a una nueva. Con dimensiones entre 0.5 metros de ancho por 2.5 metros de largo aproximadamente y de color mate. Este tono es con la finalidad darle justamente el matiz del vehículo del cliente. Serán defensas de todas las marcas automotrices conocidas en el mercado, excepto la marca Nissan Tsuru.

El proceso de re-manufactura se divide de manera general en 3 etapas, en base al orden en que son ejecutadas. Estas etapas son de utilidad para caracterizar el proceso de manera adecuada

- Preparación, son todas las acciones necesarias en preparación para su re-manufactura, se incluyen las actividades de lavado, sumergido de piezas en los tanques de agua para "shock térmico" y cabina "sandblast".
- Artesanal, labores encaminadas a regresar la pieza a su forma original, estas pueden incluir actividades tales como enderezado, aplicación de soldaduras para la unión de fisuras, labores de lijado y empastado para eliminar imperfecciones y acciones de acabado, asegurando la eliminación del daño en la pieza.
- Detallado, en esta etapa se dan los últimos detalles a la pieza a través de la aplicación de la pintura base, dejando lista a la pieza para que le aplique cualquier color, en esta etapa se incluyen actividades de detallado la cual incluye la revisión de la pieza con el fin de encontrar algún tipo de desperfecto que se haya pasado por alto. De ser este el caso la pieza es retocada con el fin de eliminar las imperfecciones. Finalmente la pieza es empacada, lista para ser enviada al cliente.

Identificación de riesgos ambientales y riesgos ocupacionales

Durante el proceso de re-manufactura de partes automotrices se generan contaminantes al medio ambiente a partir de las sustancias que son utilizadas, además de esto se produce un considerable gasto de energía eléctrica y agua al mes. Los riesgos ambientales se detallan en la tabla 1, donde se muestra la relación de desperdicios con respecto a la etapa en la que son generados.

Tabla 1. Riesgos ambientales en el proceso.

Tipo	Etapa		
	Preparación	Artesanal	Acabado
Emissiones	-	-	Restos de sustancias químicas del proceso de pintura.
Efluentes	Restos de sustancias al lavar las piezas a re-manufacturar.	-	-

El proceso involucra riesgos ocupacionales que podemos clasificar en 4 tipos para el proceso: físicos (condiciones físicas del medio), ergonómicos (relacionados con las posturas del trabajador), químicos (por las sustancias utilizadas) y otros. Estos se describen en base a la etapa del proceso de re-manufactura en la tabla 2, la cual se muestra a continuación:

Tabla 2. Riesgos ocupacionales del proceso.

Etapa	Preparación	Artesanal	Acabado
Ergonómicos	-	Posturas inapropiadas	-
Químicos	-	Dermatitis por el uso de sustancias químicas.	Dermatitis, Irritación ocular, Intoxicación por uso de sustancias químicas.

Evaluación de riesgos

Los principales riesgos ambientales descritos son las emisiones, de partículas de polvo y restos de uso de sustancias químicas en el agua utilizada durante el proceso. Al evaluar esta situación Las sustancias químicas no son vertidas directamente al drenaje al realizar la etapa de preparación ya que las estaciones de trabajo de esta área fueron diseñadas para la realización de un filtrado y reúso del agua durante el proceso, a pesar de que no se han realizado los niveles de emisiones de esta etapa en particular se tiene un estimado de 200-400 litros de agua durante la etapa de preparación de la pieza.

En lo que respecta al manejo de residuos, una vez que ha concluido la etapa de re manufactura, los desechos son separados del área y llevados a una zona específica para su manipulación, son separados en dos contenedores para la disposición final de los mismos. Al encontrarse en su máxima capacidad se llama a la recolectora GEN INDUSTRIAL S.A. DE C.V. (GEN) para que esta disponga de los residuos.

Con el fin de evaluar la percepción de los empleados con respecto a los riesgos derivados de su jornada productiva, se aplicó un cuestionario el cual distribuye 18 preguntas en tres secciones, de las cuales la primera está dedicada a conocer los datos generales de los empleados, la segunda sección tiene como objetivo el conocer si los empleados de la empresa han percibido algún cambio de salud a partir de su incorporación al trabajo, indagando particularmente si el uso de las sustancias químicas durante su jornada les resulta en algún cambio físico. Para finalizar, se incluye una sección dedicada a los procedimientos laborales competentes al proceso. El cuestionario está diseñado con preguntas abiertas y de respuestas si/no, con espacio para detallar la respuesta en caso de que esta sea afirmativa.

A continuación se muestran los resultados más representativos de la aplicación del cuestionario sobre percepción de riesgos en los trabajadores de la compañía.

El perfil del empleado puede definirse a través de las siguientes características principales (véase tabla 3), 1) mayormente se encuentra la presencia de mujeres en el área de trabajo, 2) la edad promedio de los trabajadores oscila entre los 28 años.

Tabla 3. Perfil del empleado.

<i>Características generales empleados:</i>	
Mujer	75 %
Hombre	25%
Edad promedio	28 años
Antigüedad	1-6 Meses
Experiencia previa en la industria	Sí

La segunda sección de la encuesta está dedicada a conocer el perfil del trabajador en cuanto a la cuestión salud y desempeño de su actividad laboral, se busca conocer si se han presentado malestares al realizar sus labores, incluyendo su percepción sobre su desempeño y la relación con las actividades que realiza. La *Pregunta 8. Cuando cambia de estaciones de trabajo ¿usted ha notado cambios en su estado anímico (sentirse cansado constantemente, ha dejado de hacer cosas que antes le gustaban, insomnio, constante preocupación, ansiedad, etc.)?*. Como respuesta a este cuestionamiento los trabajadores mencionan haber sentido cambios en su estado físico y anímico dependiendo de la estación en la que sean asignados, de manera general se encontró que las secciones de enderezado y pintura son las que conllevan mayor desgaste al trabajador, la primera debido a la fuerza que es necesaria para reformar la pieza y la segunda debido al detallado y uso de químicos que supone la etapa de pintura. La gráfica 1 muestra los resultados anteriormente mencionados.

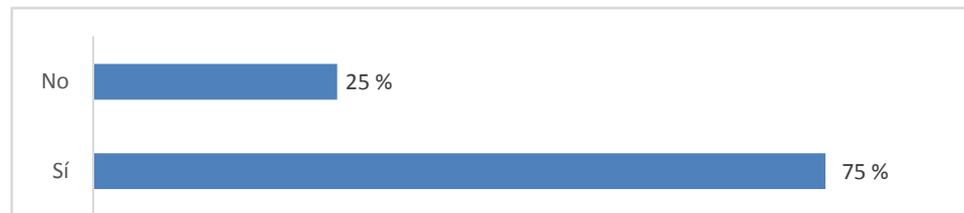


Fig. 1. Cambios en el estado físico y anímico de acuerdo con el cambio de estaciones de trabajo.

La última sección de la encuesta está enfocada a conocer sobre los procedimientos laborales que se realizan en Ecofascia. Se realiza particular énfasis en conocer la utilización que se le da al equipo de protección personal y a la preparación del empleado para manipular las sustancias químicas. La *Pregunta 16. ¿Conoce los cuidados que debe tener al manipular las sustancias utilizadas?*, denota si los empleados conocen las precauciones necesarias a la hora de manejar estas sustancias en el espacio de producción, los resultados fueron los siguientes (ver gráfico 2): un 75 % menciona no conocer las precauciones necesarias para trabajar con las sustancias, mientras que el 25 % menciona conocer las técnicas seguras de manipulación de sustancias, donde se señaló la importancia de utilizar guantes en la jornada de trabajo.

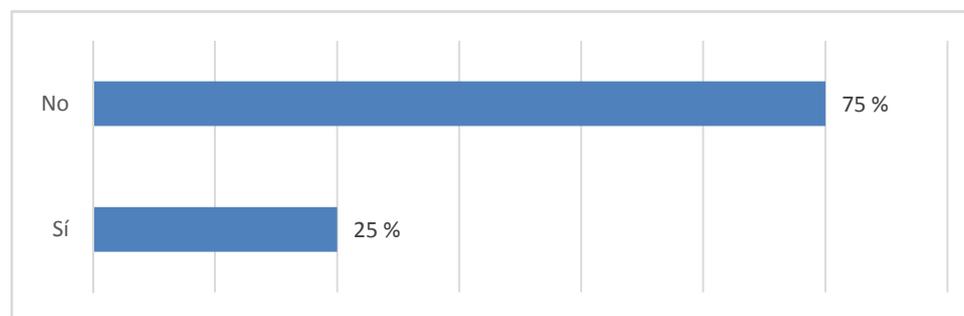


Fig. 2. Conocimientos sobre cuidados al manipular las sustancias químicas.

La evaluación de riesgos ergonómicos fue realizada utilizando el sistema de análisis de posturas OWAS (Ovako Working Analysis System, debido a sus siglas en inglés), en esta metodología se tabulan los riesgos al que se encuentra sometido el trabajador con determinada postura, donde el nivel 1, no representa peligro alguno para el trabajador mientras que el valor máximo de riesgo es de 4; en donde se tiene una postura de alto riesgo de salud ocupacional.

Tabla 4. Nivel de riesgo por posturas según los pasos en el proceso.

Paso	Espalda	Brazos	Pierna	Fuerza	Nivel
5	2	1	3	1	2
6	2	1	3	1	2
8	2	1	2	1	2
9	2	1	2	1	2
10	2	1	2	1	2
12	2	1	2	1	2

La tabla 4 presenta los pasos que tuvieron un nivel de riesgo 2, los cuales presentan áreas de oportunidad para la mejora del proceso en relación al impacto físico que tiene el desempeño de las actividades del proceso por parte del trabajador, el resultado es consecuente con la encuesta realizada, ya que de momento ninguno de los trabajadores ha reportado problemas del tipo ergonómico, sin embargo sí mencionan realizar posturas incómodas en su trabajo.

Los componentes de las sustancias utilizadas durante el proceso de manufactura se clasifican como de baja a moderada toxicidad, encontrándose dentro de los niveles contemplados dentro la *NOM-010-*

STPS-1999, Los malestares mencionados por los empleados han sido la irritación en la piel derivada de la utilización de los diversos productos químicos. La evaluación de sustancias volátiles se enfocó en el área de pintura donde se utilizan las sustancias químicas mayormente tóxicas, las actividades de pintura y acabado es una de las actividades que de acuerdo a la encuesta realizada causa mayores efectos en los malestares de salud de los trabajadores.

Al realizar la evaluación cualitativa del riesgo se tiene que el producto HydroflexSuper Hi Build aparece con un nivel de riesgo moderado, pese a que su componente activo es moderadamente peligroso, según la NOM-010-STPS-1999, este producto es *inocuos para la salud humana en las concentraciones utilizadas durante el proceso*.

En lo que respecta a los riesgos físicos para la evaluación de los riesgos generados por la producción de ruidos dentro del área de trabajo se utilizó como marco conceptual las regulaciones plasmadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, esta norma es aplicable a todos los centros de trabajo donde el empleado se encuentre una exposición al ruido.

De acuerdo a lo establecido en la norma el nivel sonoro dentro del proceso de re manufactura no excede los niveles exposición recomendados por jornada de trabajo (NER), lo anterior se describe en la tabla 6.

Tabla 5. Nivel sonoro por área.

Punto de medición	Nivel Sonoro	NER	Cumple con la norma
Área preparación y soldadura	83.17654 dB	90 dB	Sí
Área de pintura	70.6549 dB	90 dB	Si

La evaluación de los niveles de iluminación en las áreas de trabajo permite reconocer si las fuentes de luz con las que se cuenta son suficientes para el correcto desempeño de los trabajadores en sus puestos de trabajo, detectando de oportunidades para la mejora de las condiciones de visibilidad, parte fundamental para el desarrollo de las actividades de los trabajadores debido a la naturaleza artesanal del proceso de re-manufactura de fascias. Esta evaluación se realizó de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STPS-1999, referente a las condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Se evaluaron las luminarias asociadas a cada zona de trabajo, en relación a los niveles mínimos de iluminación establecidos por la NOM. Durante el estudio se establecieron los siguientes niveles de iluminación, los cuales se muestran a continuación.

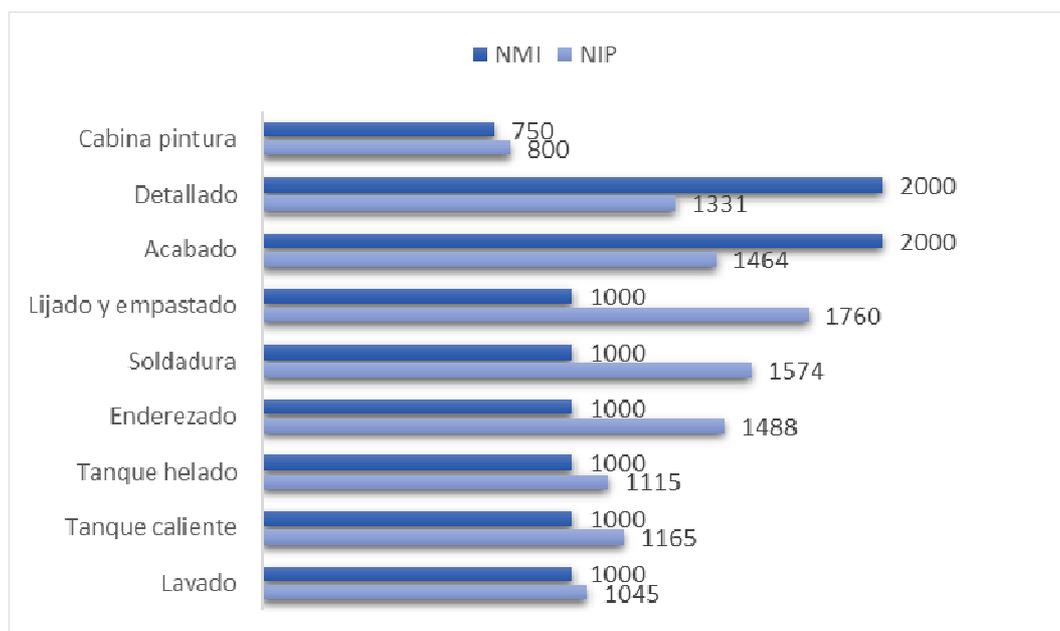


Fig. 3 Niveles de iluminación promedio en planta (NIP) vs Niveles mínimos de iluminación NO (NMI) (luxes).

Identificación de las causas

En base las oportunidades detectadas fueron realizados diagramas de causa-efecto de Ishikawa, para identificar la causa de los problemas de manera más eficiente.

Los procesos de manufactura siempre involucraran algún tipo de riesgo al hacer uso sustancias químicas, algunas podrán afectar directamente la salud humana, por tanto es importante hacer análisis de los productos químicos identificados como peligrosos, a continuación se presenta el diagrama de causa raíz, figura 1, en la cual se muestran los factores que pueden amplificar los riesgos relacionados con el uso de sustancias químicas en el proceso de producción. En el análisis se tienen tres causas que de no ser atendidas magnifican el riesgo químico al que están expuestos los trabajadores: 1) la no utilización del equipo de protección personal, 2) las condiciones ambientales a las que se puede encontrar las sustancias, 3) la inclusión en el proceso de sustancias tóxicas.

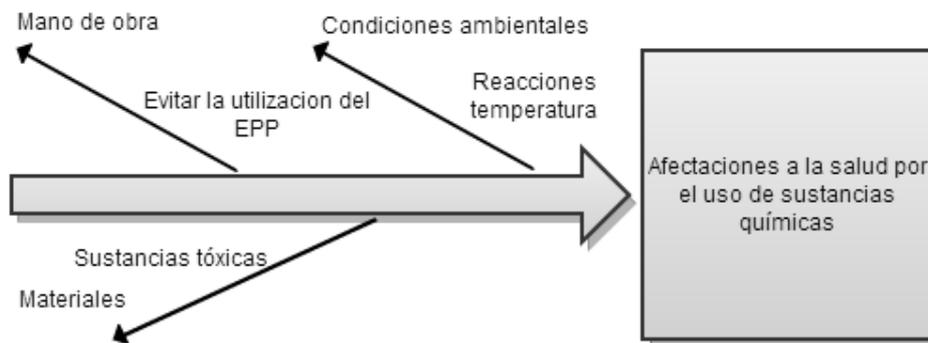


Fig. 4. Diagrama de Ishikawa para riesgos químicos.

Se detectaron problemas ergonómicos en el proceso utilizado por la empresa, debido al alto grado artesanal de la labor de re manufactura de piezas automotrices, fueron identificadas posiciones peligrosas, principalmente durante la segunda etapa del proceso, mismas que podían desencadenar en lesiones músculo-esqueléticas, esto se debe principalmente a que el personal de la empresa no tenía conocimiento de este tipo de lesiones y las repercusiones que podían generar en su organismo, además al ellos no poder controlar las condiciones en las que llega las piezas.

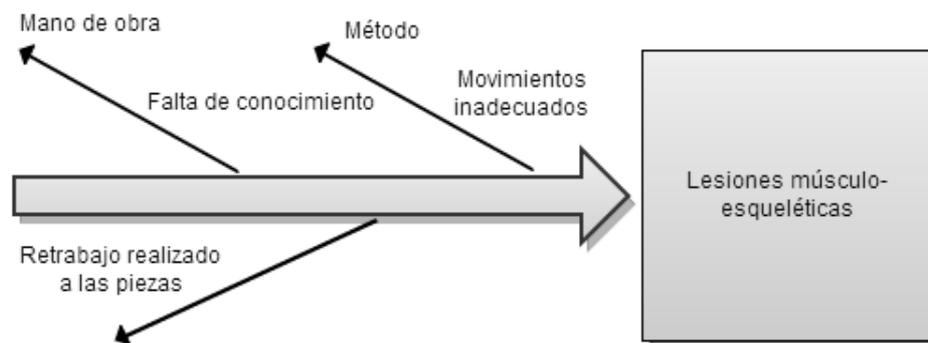


Fig. 5. Diagrama de Ishikawa para riesgos ergonómicos.

Dentro de los factores ambientales, de naturaleza física que al ser percibido por los trabajadores, y que pueden llegar a tener efectos nocivos, según la intensidad, concentración y exposición estos se tiene la ubicación de algunas estaciones de trabajo en relación a la iluminación que estas perciben y a su vez se tiene que los efectos de los riesgos físicos pueden incrementarse si no se utiliza el equipo de

protección personal, un ejemplo claro puede ser la afectación al sistema auditivo si no se utilizan los tapones para oídos reglamentados dentro de los procedimientos laborales de la empresa.

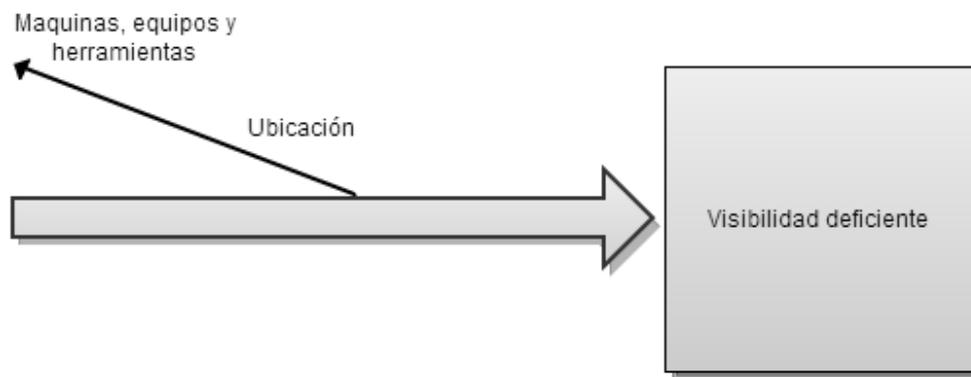


Fig. 6. Diagrama de Ishikawa para riesgos físicos.

Identificación y evaluación de opciones

Los riesgos ergonómicos pueden solucionarse a través de la capacitación de los empleados sobre posturas incómodas durante la jornada laboral, se considera a la comunicación parte esencial para la solución de este tipo de problemas, ya que cada empleado ajusta las posiciones a la hora de realizar su trabajo, teniendo por consecuencia consecuencias diferentes. De esta manera la capacitación de los empleados en el sistema de OWAS, debe buscarse sea práctica y comunicativa, logrando que los empleados identifiquen posturas problemáticas y realicen propuestas que sirvan para corregirlas.

Tomando en cuenta la evaluación previa realizada de los riesgos químicos, resulta lógico pensar que los esfuerzos de un programa de producción más limpia deben centrarse en la modificación del patrón de consumo del producto HydroflexSuper Hi Build ® ya que tiene una toxicidad moderada y es de los más utilizados (15-30, envases por mes). Este producto es un acrílico base agua, listo para usar, que se emplea como capa de preparación (primario), diseñado para el acabado profesional de sustratos termoestables y termoplásticos. El fabricante menciona como una de sus características superiores: una mejor cobertura, adhesión excelente y retención del acabado, tiene un bajo nivel de olor, fórmula fácil de aplicar que puede ser recubierta con la mayoría de las capas base/capa transparente de los productos (agua y disolvente) en una sola etapa (esmaltes, uretano y poliuretano).

Las alternativas encontradas para sustituir este producto se muestran en la tabla 6, en donde se describen las características y usos de estas.

Tabla 6. Alternativas de sustitución encontradas.

Nombre	Descripción	Usos	Tipo	Toxicidad
IMRON® 1.5 PR.	Primario de poliuretano base agua.	Color primario sobre acero al carbón.	Acrylicurethane Primer	Moderada
IMRON® 1.2HG.	Acabado poliuretano base agua alto brillo.	Recomendado para aplicarse en superficies correctamente primarias.		
Fibreglass Evercoat 2224 Uro-Fill AcrylicUrethane Primer Surfacer	Primario de uretano acrílico	Es ideal para usar sobre masilla, fibra de vidrio, OEM acabados y pequeñas áreas de acero desnudo y aluminio tratado.		
GRAY PERFECT PRIME ACRYLICURETHANE PRIMER	Primario de uretano acrílico	Puede aplicarse sobre una variedad de sustratos, incluyendo: rellenos, fibra de vidrio, metal tratado.		

Las cuatro opciones de sustitución con un grado de toxicidad moderada, equivalente a la sustancia que se utiliza actualmente. Una vez evaluadas de manera técnica, se procede a analizar económicamente estas opciones (ver tabla 7):

Tabla 7. Evaluación económica de alternativas.

Sustancia	Precio	Cantidad
HydroflexSuper Hi Build	≈53 dólares	1 galón
Imron® 1.5 Pr.	≈60 dólares	
Imron® 1.2hg	≈60 dólares	
Fibreglass Evercoat 2224	≈71 dólares.	
Gray Perfect Prime	≈53 dólares	

Tomando en cuenta la causa de los problemas de iluminación en el área de acabado se recomienda repositonar las estaciones de trabajo justo por debajo de las lámparas existentes en la zona de trabajo. El cambio en las posiciones de las mesas de trabajo es una manera simple y eficaz de aumentar la visibilidad en esta etapa del proceso. La cual está caracterizada por el grado de precisión que involucra el acabado y detallado de la pieza.

4. Conclusiones

Los procesos de manufactura conllevan tanto riesgos ambientales como ocupacionales, ya que se manipulan sustancias que pueden afectar la salud humana y debido al tipo de trabajo repetitivo y el esfuerzo necesario para llevar a cabo su trabajo, sin embargo la empresa donde se realizó el estudio se encuentra consciente de la necesidad de llevar a cabo procesos sustentables, comprobándolo con el interés en incluir procesos innovadores que minimizan el daño provocado por sus operaciones. En resumen se pueden constatar los esfuerzos de la compañía en materia de sustentabilidad:

- Cumplen con las normatividades establecidas vigentes al tipo de industria tanto en materia de riesgos ambientales y ocupacionales, en lo que respecta a la manipulación de productos químicos de ligera y moderada toxicidad, mientras que en el ramo ocupacional mantienen un espacio de trabajo.
- Son responsables en el manejo de sus desperdicios
- El equipo de protección personal básico para la manipulación de sustancias que utilizan.

Durante el trabajo de campo se encontró a LDM como una empresa enfocada en disminuir el impacto de sus operaciones tanto en la comunidad como con los trabajadores que laboran en la empresa, esto se puede deducir del interés y apertura mostrada por la gerencia con respecto a la realización del proyecto. La definición del equipo de sustentabilidad se dio con naturalidad permitiendo la integración de la gerencia y los operadores sin limitaciones jerárquicas. Al estudiar la situación de la empresa, se detectaron oportunidades para la mejora, tales como: encontrar opciones para las sustancias químicas que son manipuladas y reducir su utilización, oportunidades de reducción de malas posturas en la segunda etapa del proceso debido al alto grado artesanal al que es sujeto.

Referencias

- UNEP, 1994. Government Strategies and Policies for Cleaner Production, vol. 32. United Nations Environment Programme, Paris, France.
- Helling, K., Blim, M. y Regan, B.O., 2005. An appraisal of virtual networks in the environmental sector. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 16(4), pp.327-337.
- Blengini, G.A. y Shields, D.J., 2010. Green labels and sustainability reporting Overview of the building products supply chain in Italy. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 16(4), 21(4), pp.477-493.
- Freeman H., 1998, Manual de prevención de la contaminación industrial.