

---

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTADES DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA, MEDICINA  
Y CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES  
PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DE INNOVACIÓN  
PARA LA MEJORA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL  
DE UNA EMPRESA METAL-MECÁNICA.**

PRESENTA:

**CAROLINA MARTÍNEZ MORENO**

**CO-DIRECTORES DE TESIS:**

DR. ALFREDO ÁVILA GALARZA  
DR. HÉCTOR MARTÍN DURÁN GARCÍA

**ASESOR:**

DR. ISRAEL RAZO SOTO

**18 de diciembre de 2020**

---

## **CRÉDITOS INSTITUCIONALES**

**PROYECTO REALIZADO EN:**

**Nacobre S.A. de C.V. planta San Luis.**

**CON FINANCIAMIENTO DE:**

**PROGRAMA NACIONAL DE POSGRADOS DE CALIDAD (PNPC)**

**A TRAVÉS DEL PROYECTO DENOMINADO:**

**ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DE INNOVACIÓN PARA LA MEJORA DE  
UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE UNA EMPRESA METAL-MECÁNICA.**

**AGRADEZCO AL CONACyT EL OTORGAMIENTO DE LA BECA-TESIS**

**Becario No. 936374**



Análisis y definición de elementos de innovación para la mejora de un sistema de gestión ambiental de una empresa metal-mecánica by Carolina Martínez Moreno is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

---

## **Agradecimientos**

Primeramente, a Dios, por permitirme embarcarme en esta travesía, y poner a mi alrededor a las personas adecuadas para ayudarme a sobrellevar los momentos de desfallecimiento. Me ayudaron, sobre todo, a fijar siempre los ojos en el amor, la bondad y el propósito eterno de Cristo para mi vida; más allá de las circunstancias actuales.

A mis padres, por apoyarme y motivarme siempre para cumplir cada una de mis metas; celebrar cada uno de mis logros y estar ahí también, para escucharme con atención y ternura en cada una de mis frustraciones.

A mis hermanos por escucharme y ayudarme en todo cuanto estuvo en sus manos; por motivarme a esforzarme cada día más.

A mi comité tutelar por sus exigencias y paciencia; porque sé que lo hacían con la intención de que esta investigación se realizara y fuese punta de lanza para cumplir cada uno de mis objetivos y metas personales.

A mis amigos, por ser un apoyo en momentos difíciles y celebrar mis triunfos como propios.

Carolina Martínez Moreno.

---

## Resumen

En México, la industria metalmecánica es una de las más importantes, al ser reconocida como proveedora de maquinaria y herramientas. Por la naturaleza de sus procesos y procedimientos, esta industria se considera como de mediano impacto ambiental. La generación y el manejo de los residuos peligrosos son dos de sus problemas principales. El uso inadecuado de una variedad importante de insumos y sustancias tóxicas o peligrosas, resulta en la generación de sólidos impregnados. La legislación ambiental aplicable es aún poco conocida y aplicada en el interior de las empresas.

El interés y la participación de la sociedad en temas ambientales, ha orillado a las empresas a emprender acciones para disminuir su impacto negativo, tal es el caso de la implementación de sistemas de gestión ambiental.

En el presente trabajo de investigación, se buscó analizar y definir los elementos clave, para mejorar el sistema de gestión ambiental de una empresa del ramo metalmecánico. A través de la aplicación del ciclo de mejora continua (con sus etapas: “planear, hacer, verificar y actuar”), se caracterizaron los aspectos ambientales significativos de la empresa y se delimitó el área de estudio. Como resultado de la investigación, se encontró que son la falta de capacitación y el desarrollo de mejores prácticas y controles operacionales, los orígenes de los problemas ambientales que enfrenta la empresa.

Si bien, para alcanzar el éxito en la implementación de un sistema de gestión ambiental no existe un único camino, se necesita de una constante propuesta de acciones y opciones para su mantenimiento. A través de la presente investigación, se plantean diversas recomendaciones, que de acuerdo al análisis realizado en cuanto a las actividades, características y aspectos ambientales de la industria metal mecánica, se consideraron oportunas de aplicar para fomentar una cultura de mejora continua.

**Palabras Clave:** *Metalmecánica, Sistemas de Gestión, Residuos, Procesos.*

---

## **Abstract**

In Mexico, the metalworking industry is one of the most important, being recognized as a supplier of machinery and tools. By the nature of its processes and procedures, this industry is considered to be of medium environmental impact. The generation and management of hazardous waste are two of its main problems. Improper use of a significant variety of toxic or hazardous inputs and substances results in the generation of impregnated solids. The applicable environmental legislation is still little known and applied within companies.

The interest and participation of society in environmental issues has encouraged companies to take action to reduce their negative impact, such as the implementation of environmental management systems.

In this research work, it sought to analyze and define the key elements, to improve the environmental management system of a company in the metalworking sector. Through the application of the continuous improvement cycle (with its stages: "plan, do, verify and act"), the significant environmental aspects of the company were characterized and the area of study was delimited. As a result of the research, it was found to be the lack of training and the development of best practices and operational controls, the origins of the environmental problems facing the company.

While there is no single path to achieving success in implementing an environmental management system, a constant proposal of actions and options for its maintenance is needed. Through this research, various recommendations are proposed, which according to the analysis carried out regarding the activities, characteristics and environmental aspects of the mechanical metal industry, were considered appropriate to apply to promote a culture of continuous improvement.

**Keywords:** *Metalworking, Management Systems, Waste, Process*

---

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO: 1 LA INDUSTRIA Y EL AMBIENTE.</b>	<b>12</b>
<b>1.1 INDUSTRIA Y SU DESARROLLO.</b>	<b>12</b>
1.1.1. LA INDUSTRIA COMO PROPULSORA DEL DESARROLLO	13
1.1.2. LA INDUSTRIA A NIVEL INTERNACIONAL.	13
1.1.3. LA INDUSTRIA EN MÉXICO.	14
1.1.4. DESARROLLO INDUSTRIAL EN SAN LUIS POTOSÍ.	15
<b>1.2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA.</b>	<b>15</b>
1.2.1. USO DE RECURSOS NATURALES.	16
1.2.2. DESCARGAS Y EMISIONES.	16
<b>1.3. DESARROLLO SOSTENIBLE.</b>	<b>18</b>
1.3.1. INFORME BRUNDTLAND.	19
1.3.2. CONVENCIÓN DE RÍO DE JANEIRO.	19
1.3.3. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L).	20
<b>1.4. LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.</b>	<b>20</b>
1.4.1. TIPOS DE SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.	21
1.4.2. ISO 14001.	22
<b>1.5. RETOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.</b>	<b>23</b>
1.5.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.	24
<b>CAPÍTULO 2: INDUSTRIA METALMECÁNICA Y AMBIENTE.</b>	<b>26</b>
<b>2.1. INDUSTRIA METALMECÁNICA.</b>	<b>26</b>
2.1.1. INDUSTRIA METALMECÁNICA EN MÉXICO.	27
2.1.2. INDUSTRIA METALMECÁNICA EN SAN LUIS POTOSÍ.	27
<b>2.2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA METALMECÁNICA.</b>	<b>28</b>
2.2.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS.	29
2.2.2. EMISIONES ATMOSFÉRICAS.	29
2.2.3. AGUAS RESIDUALES.	30
<b>2.3. LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA.</b>	<b>31</b>
2.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).	32
2.3.4. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR).	33
2.3.5. LEY DE AGUAS NACIONALES.	34

---

2.3.6.	NORMAS APLICABLES A LA INDUSTRIA METALMECÁNICA.	34
2.3.6.1.	Normas en materia de residuos.	35
2.3.6.2.	Normas en materia de emisiones atmosféricas.	35
2.3.6.3.	Normas en materia de aguas residuales.	36
2.3.6.4.	Normas en materia de energía.	36
<b>CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA EMPRESA.</b>		<b>38</b>
3.1	<b>CASO DE ESTUDIO.</b>	<b>38</b>
3.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.	39
3.2.	<b>CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS PROCESOS.</b>	<b>40</b>
3.2.1.	SCRAP.	40
3.2.2.	FUNDICIÓN.	41
3.2.3.	PRENSA.	41
3.2.4.	LAMINADORES.	42
3.2.5.	CASCADA.	43
3.2.6.	BLOCKS.	43
3.2.7.	CONEXIONES.	43
3.2.8.	CAST & ROLL.	44
3.2.9.	LÍNEAS FINALES Y RANURADO.	45
3.2.10.	LATÓN.	45
3.2.11.	STRAINERS.	46
3.2.12.	TRÁFICO.	47
3.3.	<b>ASPECTOS AMBIENTALES DE LA EMPRESA.</b>	<b>47</b>
3.3.1.	EMISIONES ATMOSFÉRICAS.	48
3.3.2.	AGUAS RESIDUALES.	50
3.3.3.	RESIDUOS.	52
3.3.4.	CONSUMO DE ENERGÍA.	55
3.4.	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.</b>	<b>57</b>
3.4.1.	ASPECTOS AMBIENTALES.	57
3.4.1.1.	Matriz de aspectos e impactos ambientales.	58
3.4.2.	ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.	61
3.4.2.1.	Análisis preliminar de Eficiencia energética.	62
3.5.	<b>PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE EMPRESA CASO DE ESTUDIO.</b>	<b>64</b>
3.5.1.	PROBLEMAS EN EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	65
3.5.2.	PROBLEMAS EN EL CONSUMO DE ENERGÍA.	66
3.5.3.	SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	66
3.6.	<b>JUSTIFICACIÓN.</b>	<b>68</b>

---

<b>3.7. OBJETIVOS</b>	<b>69</b>
<b>3.8. METODOLOGÍA.</b>	<b>69</b>
3.8.1. PLANIFICAR.	70
3.8.1.1. Caracterización.	70
3.8.1.2. Identificación de aspectos ambientales.	70
3.8.2. HACER.	71
3.8.3. VERIFICAR.	71
3.8.4. ACTUAR.	72

***CAPITULO 4: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA EMPRESA ESTUDIADA.*** **73**

4.1.1. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN.	74
4.1.2. CONOCIMIENTO DE ACTIVIDADES.	77
4.1.3. CUMPLIMIENTO DE LEGISLACIÓN.	77
4.1.4. POLÍTICA AMBIENTAL.	78
4.1.5. ANÁLISIS FODA.	79

***CAPÍTULO 5: PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA EMPRESA.*** **83**

5.1.1. MANUAL DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y RESPONSABILIDADES.	84
5.1.2. CONSIDERAR LA OPINIÓN DE LOS TRABAJADORES.	85
5.1.3. PLAN DE FORMACIÓN.	86
5.1.4. AUDITORÍAS INTERNAS.	86
<b>5.2. PROPUESTA DE MEJORA EN MATERIA DE RESIDUOS.</b>	<b>86</b>
5.2.1. PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN.	90
5.2.2. METODOLOGÍA DE LAS 5´S EN LA EMPRESA.	91
5.2.2.1. Seiri – Clasificar.	92
5.2.2.2. Seiton – Orden.	95
5.2.2.3. Seiso – Limpieza.	96
5.2.2.4. Seiketsu – Estandarizar.	97
5.2.2.5. Shitsuke- Disciplina.	99
5.3. DISPOSICIÓN FINAL.	100
5.4. CAMBIO DE LUBRICANTE.	101
5.5. PLAN DE ACCIÓN PARA ACEITES Y SOLVENTES UTILIZADOS.	103
5.6. PROPUESTA DE MEJORA PARA GESTIÓN DE LA ENERGÍA.	105
5.6.1. SUSTITUCIÓN DE MAQUINARIA.	106
5.6.2. LUBRICACIÓN POR CANTIDADES MÍNIMAS.	106
<b>5.7. HACIA LA CERTIFICACIÓN EN ISO 50001.</b>	<b>107</b>

---

<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>110</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>112</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>114</b>

---

## ***Introducción.***

La sostenibilidad ambiental requiere de la viabilidad de los recursos a largo plazo. Especialmente en las áreas destinadas a la extracción de recursos, agricultura, manufactura, y vivienda; se debe reconocer la importancia del desarrollo y la creación de empleos, sin poner en riesgo la conservación de los ecosistemas.

Las actividades industriales han provocado impactos ambientales negativos, principalmente por la sobreexplotación de recursos naturales, y la contaminación producida por desechos tóxicos arrojados al aire, suelo y agua.

En los últimos años, numerosas empresas realizan esfuerzos a través del desarrollo de procesos y tecnologías más limpias para reducir su impacto ambiental negativo. La implementación de sistemas de gestión ambiental favorece la definición de acciones, su sistematización, evaluación y mejora; además de reducir costos para las empresas.

Las industrias del ramo metalmecánico son consideradas como de bajo impacto ambiental; sin embargo, generan cantidades importantes de residuos y manejan gran variedad de productos clasificados como peligrosos. La investigación de esta tesis de maestría se llevó a cabo en una empresa de este ramo.

Se hizo un diagnóstico ambiental de la empresa, identificándose los aspectos ambientales principales y sus oportunidades de mejora. Se definieron elementos de innovación para la mejora de su sistema de gestión ambiental.

Cabe mencionar que la empresa estudiada ya ha implementado un sistema de gestión integral de calidad, conformado por las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Como parte de su proceso de mejora busca la identificación de oportunidades de mejora que la lleven a ser más eficiente y a reducir su impacto ambiental.

## **CAPÍTULO: 1 LA INDUSTRIA Y EL AMBIENTE.**

En el proceso de crecimiento económico, el sector industrial es piedra angular para la transformación productiva, al impulsar el desarrollo, dejando atrás a las actividades rudimentarias, y operando otras más complejas (Medardo Palomino, 2017).

El artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece que “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.” Es una realidad que el progreso industrial tiene una relación estrecha con la economía y con la calidad de vida de la población; sin embargo, este desarrollo puede traer consigo modificaciones considerables al entorno, y formas diversas de fuentes de contaminación al agua, aire y suelo; además de sobreexplotación de los recursos naturales.

### **1.1 INDUSTRIA Y SU DESARROLLO.**

La economía antes de la revolución industrial se basaba en el mundo agrario y artesanal; tres cuartas partes de la población subsistían con trabajos agropecuarios, basados principalmente en el autoconsumo, y no en la comercialización de los productos obtenidos, puesto que la productividad era muy baja (Plan de Educación Financiera. CNMV y Banco de España, 1970). El primer cambio profundo en la manera de vivir (para pasar del forrajeo a la agricultura), ocurrió hace alrededor de diez mil años, y fue posible gracias a la domesticación de animales.

La revolución agrícola combinó la fuerza humana y la de los animales para mejorar la producción de alimentos; esto estimuló el crecimiento de la población y facilitó asentamientos humanos más grandes. Lo anterior condujo, en última instancia, a la urbanización y al surgimiento de las ciudades. La revolución agrícola fue seguida por una serie de revoluciones industriales que comenzaron en la segunda mitad del siglo XVIII (Schwab, 2016).

Es precisamente con el desarrollo de la revolución industrial, que surgieron diferentes ideas y modelos, con la promesa de una generación y uso más eficiente de la energía. Dentro de las principales características de la industrialización, se encuentra una

acelerada y profunda transformación en la estructura de la sociedad, con cambios de carácter tecnológico, socioeconómico y cultural; el tecnológico incluye el uso de nuevos materiales como el acero, usos de fuentes energéticas como el carbón y máquinas motrices como la de vapor, considerada como el motor inicial de la Revolución Industrial (Plan de Educación Financiera. CNMV y Banco de España, 1970). Estos cambios fueron tan profundos que, desde la perspectiva de la historia humana, nunca ha habido una época de mayor promesa o potencial peligro (Schwab, 2016).

### **1.1.1. LA INDUSTRIA COMO PROPULSORA DEL DESARROLLO**

En principio, la revolución industrial produjo un cambio radical en todos los ámbitos de la sociedad inglesa, y más tarde, en el resto de las sociedades europeas, creando un nuevo modelo de vida.

El desarrollo industrial y minero, el incremento de la productividad, el crecimiento de las ciudades y la mejora del comercio nacional e internacional, favorecieron el incremento demográfico (Plan de Educación Financiera. CNMV y Banco de España, 1970), dando como resultado una mejora en la economía basada en la actividad industrial (Medardo , 2017). Este progreso, trajo consigo prosperidad económica y generación de empleos, además de un crecimiento en la productividad (Jorge Flores, 2018)

### **1.1.2. LA INDUSTRIA A NIVEL INTERNACIONAL.**

El acelerado cambio tecnológico ocurrido en décadas pasadas, ocupó un lugar central en la transformación de la economía mundial (Dutrénit & Capdeville). El constante desplazamiento de la frontera tecnológica ha dado pie a que la actividad innovadora sea un factor fundamental para lograr o mantener ventajas competitivas, y elevar el bienestar de la población.

En cuanto a los procesos de desarrollo de los países, se han establecido dos categorías; los de la industrialización temprana y los de la industrialización tardía (Sarmiento, E., 2011) (Ortiz & Uribe, 2012) (Naudé & Szirmai, 2012). Inglaterra, Bélgica, Suecia, Francia y Estados Unidos, son casos de la industrialización temprana; mientras que los casos de industrialización tardía son los de Alemania, Rusia y Japón (Naudé & Szirmai, 2012). Ortiz

y Uribe, añaden a esta última categoría a Yugoslavia, Corea del Sur, Taiwán, Indonesia, Singapur, Hong-Kong, Brasil, Israel, China y la India (Ortiz & Uribe, 2012).

Existe una correlación positiva entre la productividad de los países y su nivel de industrialización; por lo que, para que los países pobres alcancen un mayor nivel de vida, es imprescindible que aquellos aparatos productivos basados en la explotación de recursos naturales, sean transformados, de tal manera que permitan una optimización en la elaboración de los productos manufacturados, y en consecuencia, creen dinámicas de desarrollo para una producción de bienes, cada vez más complejos y de mayor rentabilidad (Ortiz & Uribe, 2012).

Los procesos de industrialización tienen impactos disímiles sobre la productividad en los distintos países. En Estados Unidos y Europa fueron graduales y lentos a través de dos siglos; mientras que en Asia ocurrieron sólo en cuarenta años. América Latina ha tenido un avance más acelerado que EEUU y Europa, pero más lento que los países asiáticos (Sarmiento, 2011).

### **1.1.3 LA INDUSTRIA EN MÉXICO.**

A partir de la década de 1940, México vivió un proceso acelerado de industrialización, sufriendo profundos cambios denominados como el “milagro mexicano”. Este fenómeno preparó a la sociedad rural de haciendas y terratenientes de los siglos XVIII y XIX para insertarse en un sistema global de competencia permanente. El proceso se caracterizó por la incorporación de las actividades de la industria química, metalmecánica, textil, de maquinaria y equipo, así como el establecimiento de empresas extranjeras, en el periodo comprendido entre 1960 y 1982 (San Juan, 2009).

La industrialización ha sido trascendental en el desarrollo económico y social de México. A principios del siglo pasado dominaban las poblaciones rurales con actividades agrícolas; mientras que actualmente, sobresalen las áreas urbanas, cuya economía descansa en la industria y los servicios (Jorge Flores, 2018). En este proceso han intervenido diferentes actores como: la política industrial del gobierno, la incorporación de la tecnología, además de la participación de organismos empresariales, que han facilitado la adaptación y evolución de la industria a las condiciones cambiantes del entorno (Jorge Flores, 2018).

### **1.1.4 DESARROLLO INDUSTRIAL EN SAN LUIS POTOSÍ.**

San Luis Potosí es un estado situado en la región del Bajío Mexicano que colinda con 9 entidades. Hasta hace un tiempo, sus actividades económicas principales fueron la minería (de metales como: oro, plata, cobre, mercurio, etc.) (Mabasa, 2018) y la agricultura (con cultivos de: maíz, frijol, cebada, caña de azúcar, naranja café, limón agrio y tuna). En las últimas dos décadas, la industria de la transformación ha crecido de manera importante (la siderúrgica, de productos lácteos, empacadora de frutas y verduras, de cementos, maquinaria, productos químicos, textil, eléctrica, plásticos y automotriz), convirtiendo a la entidad en uno de los motores principales de la industria manufacturera en México (El economista, 2018).

En el 2018, el valor de la producción de la industria manufacturera ubicó a San Luis Potosí como la séptima entidad en el país y la segunda del bajío. Destacó la industria automotriz y de autopartes con el 70% de las exportaciones; así como la manufactura de maquinaria y equipo (en las industrias metálicas básicas), la fabricación de productos a base de minerales no metálicos y la industria alimentaria (Gobierno de San Luis Potosí, 2015). En el periodo de 2015 a 2018, el crecimiento del indicador fue del 73.4%, posicionando al estado en el primer lugar nacional (Gobierno de San Luis Potosí, 2019).

## **1.2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA.**

El pasado siglo XX aportó numerosos ejemplos de las repercusiones que significó la implementación acelerada de procesos de industrialización, en los países que lograron un rápido desarrollo industrial y económico, y que no consideraron los posibles impactos sobre el ambiente y la salud humana.

Muestra de lo anterior fue la denominada “asma epidémica”, ocurrida en la ciudad de Yokkaichi, después de la construcción de un magnánimo complejo petroquímico; o la intoxicación crónica por cadmio en el agua de regadío del arroz, caracterizada por daño renal, fragilidad ósea y dolor; ambos eventos, ocurridos en Japón, en la década siguiente a la Segunda Guerra Mundial (Yassi, Kjellstrom, deKok, & Guidotti, 2008).

Cuando las localidades no cuentan con plan de desarrollo urbano, el crecimiento industrial favorece la construcción acelerada de asentamientos humanos a su alrededor. Esto implica la construcción de viviendas, drenaje, alcantarillado, elementos de saneamiento ambiental, rutas de transporte, servicios de educación y salud, entre otros, lo que incrementa el impacto ambiental en el sitio.

### **1.2.1. USO DE RECURSOS NATURALES.**

Si bien, el desarrollo productivo de un territorio puede inducir a un robustecimiento socioeconómico y mejoras en la calidad de vida de la población, también es capaz de ocasionar modificaciones del entorno y contaminar el aire, las aguas, los suelos, y contribuir al agotamiento y degradación de los recursos naturales (Rodríguez, 2008). Tal impacto proviene no sólo de la actividad industrial y los residuos generados, sino también de la posición que se tenga acerca del cuidado ambiental; es decir, si éste es visto como un lujo o una fuente de competitividad y ahorro (SEMARNAT, 2010).

A medida que la sociedad progresa, aumenta la demanda en la fabricación de nuevos productos para satisfacer sus necesidades. Cuando las industrias no cuentan con métodos adecuados para la separación, valorización y reciclaje de sus residuos, contribuyen al aumento de la extracción de materias primas para cumplir con las demandas de consumo de la sociedad.

### **1.2.2. DESCARGAS Y EMISIONES.**

La actividad industrial emite cantidades importantes de contaminantes a la atmósfera, por lo que es sometida a vigilancia y seguimiento, mediante la aplicación de la normativa específica correspondiente (Generalitat de Catalunya, 2014). Los diferentes tipos de fuentes se clasifican como:

- a) Fuentes canalizadas: Éstas expulsan los contaminantes a la atmósfera a través de estructuras cerradas como las chimeneas.
- b) Fuentes difusas: Son las que expulsan sus emisiones a la atmósfera directamente desde el punto en el que se crean.

Además, éstas son catalogadas dependiendo de las características del combustible utilizado, diseño de sus instalaciones, producto que fabrican y de la aplicación de las

medidas correctoras que adoptan (Generalitat de Catalunya, 2014). La tabla 1.1 muestra la relación existente entre el tipo de industria y las emisiones generadas.

**Tabla 1.1** Relación industria-emisiones.

Tipo de industria	Emisión contaminante
Combustión	Monóxido de carbono (CO).
	Óxidos de nitrógeno (NOx).
	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).
	Partículas y compuestos orgánicos.
Incineración	Partículas.
	Ácido clorhídrico.
	Monóxido de carbono (CO).
	Óxidos de nitrógeno (NOx).
	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).
Materiales de construcción	Partículas y gases de combustión.
	Partículas.
Siderurgia y metalurgia	Gases de combustión.
	Metales pesados.
	Compuestos orgánicos.
Refinerías de petróleo	Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S).
	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).
	Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).
	Óxidos de nitrógeno (NOx).
	Hidrocarburos.
	monóxido de carbono (CO).
	cianuro de hidrógeno (HCN).
	fluoruro de hidrógeno (HF).
cloruro de hidrógeno (HCl)	
Partículas.	

Una de las consecuencias de la concentración de gases contaminantes en el aire es la lluvia ácida, que consiste en la formación de ciertos ácidos en la atmósfera, a partir de contaminantes, que se precipitan la Tierra a través de la lluvia causando afectaciones a los ecosistemas terrestres y acuáticos (SEMARNAT, 2013).

Por otra parte, las industrias generan cantidades importantes de residuos, cuyas características dependen principalmente de las materias primas que utilizan y de los procesos a los cuales éstas se someten. De manera general, según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), éstos se clasifican en residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP) (DOF, 2003).

Otra fuente de contaminación importante de origen industrial son las aguas residuales que surgen de sus procesos; éstas contienen materiales en suspensión, sustancias químicas disueltas, metales pesados, materia orgánica y nutrientes que consumen el oxígeno del agua, microorganismos patógenos, etc. (UNESCO, 2017). Contrario a lo que se piensa, se genera más presión sobre los recursos hídricos, a través de los impactos producidos por las descargas contaminantes, que por la cantidad de agua utilizada en los procesos productivos (UNESCO, 2017).

### **1.3. DESARROLLO SOSTENIBLE.**

El término de desarrollo sostenible, se utiliza para describir al desarrollo centrado en el medio ambiente (García J. , 2001). En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) -publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988-, lo expone como: “el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas; que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente, y el aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”. No obstante, este concepto se sigue discutiendo en todos los foros mundiales ambientales, como la cumbre de Río (1992) y posteriores.

### **1.3.1. INFORME BRUNDTLAND.**

En el año de 1983, la Organización de las Naciones Unidas creó la Comisión sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, con el objetivo de efectuar estudios, disertaciones, análisis, debates, y consultas públicas alrededor del mundo. Estas acciones finalizaron tres años después, en abril de 1987, con la publicación y divulgación del informe “Nuestro Futuro Común”, mejor conocido como: “Informe Brundtland”; el cual planteó la posibilidad de obtener un crecimiento económico con base en políticas de sostenibilidad. El informe señalaba la necesidad de modificar el estilo de vida que hasta ese entonces se tenía; de no ser así, la sociedad se estaría enfrentando a una crisis ambiental, que se convertiría en un daño irreversible (Ramírez Treviño, Sánchez Núñez, & García Camacho, 2004).

Lo anterior trajo consigo una sensibilización de la sociedad respecto a su forma de relacionarse con el ambiente, creando conciencia sobre su papel dentro del deterioro ambiental, y permitiéndole descubrir que éste, no era exclusivo de las grandes ciudades y sus industrias, ya que, también se presentaba en países en vías de desarrollo. En consecuencia, se reveló la importancia de llevar a cabo acciones que permitieran cuidar el entorno natural, a la vez que promovían el progreso industrial.

### **1.3.2. CONVENCIÓN DE RÍO DE JANEIRO.**

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, en junio de 1992, reafirmó lo que anteriormente había sido establecido en la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, llevada a cabo en Estocolmo, el 16 de junio de 1972. El objetivo en común se basó en el establecimiento de una alianza mundial nueva y equitativa, mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los estados, los sectores claves de la sociedad y las personas; procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos, y se garanticen la integridad del sistema ambiental y el desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra (Naciones Unidas, 1972).

### **1.3.3. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L).**

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), define producción más limpia (P+L) como: la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al ambiente; la cual está orientada hacia la conservación de materias primas y energía, eliminación de materias primas tóxicas y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos. De esta manera, se busca reducir los impactos ambientales negativos que acompañan el ciclo de vida de un producto, desde la extracción de materias primas, hasta su disposición final (Ministerio del medio ambiente, 1997).

El objetivo de la producción más limpia (P+L) es detectar oportunidades de mejora para la prevención de la contaminación.

### **1.4. LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.**

Un sistema de gestión ambiental (SGA) es un mecanismo de regulación de las organizaciones, cuyo enfoque se basa en la integración armónica de los elementos requeridos para desarrollar una administración enfocada en: prevenir la contaminación, cumplir la legislación ambiental vigente y mejorar continuamente su desempeño ambiental. Está centrado en dos principios:

1. Programar previamente las situaciones y las actividades.
2. Controlar y dar cumplimiento a la programación.

El SGA busca desarrollar e implementar la política ambiental de la organización y gestionar sus aspectos ambientales, a fin de servir de soporte a la prevención y manejo de la contaminación ambiental; en equilibrio con las necesidades socioeconómicas de los diferentes sectores de la sociedad (ICONTEC, 2004). De la misma forma, facilita que el conjunto de procesos, recursos, competencias y personas que lo conforman, sepan cómo actuar, dirigir y controlar la organización (Molina Rivera, 2014).

Para implementar el SGA es necesario partir de la documentación de los modelos existentes. Su análisis y comparación permite plantear propuestas innovadoras que

mejoran y optimizan los procedimientos, logrando una mayor eficiencia y una reducción del impacto ambiental (Escobar Cárdenas, 2009).

#### **1.4.1. TIPOS DE SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.**

En el año 1901, el British Standards Institution (BSI), a través del Engineering Standards Committee (Comité de Estándares de Ingeniería), elaboró el primer estándar referente a los sistemas de gestión ambiental en el Reino Unido. Éste promovía la estandarización por medio de la coordinación de conexiones entre la industria y los organismos de estándares nacionales, europeos e internacionales, a fin de mejorar la competitividad de la industria.

El estándar BSI se convirtió en pionero dentro del campo de la certificación, y jugó un papel importante para que, en 1946, en Ginebra, Suiza, se constituyera la Organización Internacional de la Normalización -ISO por sus siglas en inglés-, con la misión fundamental de promover el comercio, a través de la elaboración de normas internacionales (ISO, 2003).

En el ámbito industrial, las operaciones no adecuadas pueden provocar efectos adversos en la calidad del producto; así como alteraciones en la seguridad y la salud de los trabajadores y el ambiente. Es por esto que las empresas buscan mejorar su productividad, calidad y competitividad, a través de procesos seguros y amigables con el ambiente (Diaz & Castro, 2009). En la actualidad existen tres tipos sistemas de gestión ambiental para las organizaciones:

1. **Sistema normalizado:** El Eco-Management Audit Scheme (EMAS) está constituido de normas voluntarias que, a través de las leyes y la comunicación con la comunidad, actúan como instrumento de mejora para el desempeño ambiental de las organizaciones que se adhieren a un sistema comunitario de gestión y auditoría.
2. **Sistema formal:** Desarrollado por la International Organization for Standardization. ISO 14001 pertenece a una serie de normas que establecen los lineamientos para implementar un sistema de gestión ambiental, que minimice los impactos ambientales negativos de una organización y mejore su desempeño ambiental.
3. **Sistema informal:** Realizado a través de programas internos o medios no documentados, mediante los cuales la organización gestiona su interacción con el ambiente (BLOG14001, 2014).

De los sistemas anteriormente mencionados, el de mayor aplicación es el establecido a través de la norma ISO 14001.

### **1.4.2. ISO 14001.**

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) se comprometió a crear normas ambientales internacionales, luego de ser invitada a participar en la Cumbre para la Tierra, organizada por la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en junio de 1992, en Río de Janeiro, Brasil. Años más tarde estas normas serían conocidas como ISO 14000, de las que actualmente forma parte la norma certificable ISO 14001 (Normas ISO, s.f.).

La certificación ISO 14001 surgió como una herramienta de autorregulación para guiar a las organizaciones hacia la consecución de objetivos de gestión ambiental, ayudándolas a mantenerse comercialmente exitosas, sin pasar por alto sus responsabilidades ambientales (Bsi.group). Esta norma permite que los clientes identifiquen a las organizaciones que día a día innovan procesos y productos para minimizar los impactos ambientales derivados de su actividad (DNV, 2007).

El sistema de gestión ambiental, bajo la norma ISO 14001, incluye: la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política ambiental (Cañón de Francia & Garcés Ayerbe, 2006). La implementación de esta norma está directamente ligada a aspectos económicos como: el máximo aprovechamiento de los recursos, el acceso a nuevos mercados y el posicionamiento de nuevos productos (Pérez Uribe & Bejarano, 2008).

La Norma ISO 14001 cuenta con un grado alto de aceptación, ya que puede ser usada en todo tipo de empresas y entidades (públicas o privadas), independientemente de su actividad o tamaño. La empresa estudiada en esta tesis de maestría está certificada en la norma ISO 14001:2015.

#### **1.4.2.1. Actualización de la Norma ISO 14001.**

Las normas deben someterse a revisiones para asegurar su pertinencia y apoyo a las organizaciones en el mercado actual. La versión de la norma ISO14001:2004 se actualizó recientemente en su revisión 2015 (Bsi.).

En la ISO 14001 versión 2015 se actualizan y amplían todos los requisitos para establecer, implantar, mantener y mejorar de forma continua el SGA en cualquier empresa, independientemente del tipo o tamaño de ésta (Escuela Europea de Excelencia). De igual forma, las modificaciones permiten cumplir de forma sistemática con las responsabilidades ambientales, y mejorar el rendimiento de la organización a través del ahorro de los recursos.

#### **1.4.2.2. Cifras de ISO 14001 en el mundo.**

La estimación de los datos registrados a nivel mundial indica que el aumento en cuanto al número de certificaciones en ISO 14001 ha sido constante (Nueva ISO 14001:2015, 2017). En el año 2016, existían en todo el mundo alrededor de 324,137 certificados en ISO 14001. México contaba con 1,452 organizaciones certificadas bajo la versión 2004.

Ya que México continúa con un crecimiento industrial acelerado, se espera que el número de organizaciones que se certifiquen bajo la norma ISO 14001:2015 se incremente de manera importante en los próximos años.

### **1.5. RETOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.**

La norma ISO 14001 propone un sistema estándar de proceso, no de resultado; ya que no especifica a la organización la meta ambiental que debe alcanzar, sino que sólo describe un sistema que la ayudará a conseguir sus propios objetivos y metas (Delmas, 2001) (Jackson, 1997).

El reto para el establecimiento de un sistema de gestión ambiental en las organizaciones se encuentra en: evaluar su situación actual, integrar la gestión, la prevención, el cumplimiento de la normativa, la definición de las estrategias a desarrollar, etc. Estas acciones se relacionan en gran medida con el hecho de que la norma ISO 14001 no fija metas ambientales (para la prevención de la contaminación y la protección ambiental), sino que establece herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción al interior de una organización, y a los efectos o externalidades que éstos derivan al ambiente (Bsi.group).

Aunado a lo anterior, los estudios realizados en este campo, han contrastado la relación entre la gestión ambiental y el rendimiento empresarial, sin llegar a un resultado concluyente. Mientras algunos autores exponen la existencia de una relación positiva entre la certificación y la mejora en la productividad, otros autores no la han identificado (González- Benito, 2015).

### **1.5.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.**

Las organizaciones que adoptan un SGA emprenden acciones para optimizar sus procesos, utilizar de manera eficiente sus insumos y evitar su desperdicio; además de minimizar y manejar de manera adecuada sus residuos, emisiones y descargas. Lo anterior resultará en la reducción de sus costos producción, y de su impacto ambiental negativo; a la vez que las ayudará en el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, mejorando su imagen ante la sociedad.

A continuación, la tabla 1.2 muestra las ventajas y desventajas que la implementación de un sistema de gestión ambiental conlleva.

**Tabla 1.2** Ventajas y desventajas en la implantación de un SGA.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Reducción en la utilización de materias primas y energía.</li><li>2. Mayor eficiencia.</li><li>3. Anticipación a problemas ambientales.</li><li>4. Facilita el cumplimiento de legislación y la política ambiental de la organización.</li><li>5. Cumplimiento de requerimiento de clientes.</li><li>6. Competitividad de mercado.</li><li>7. Aumento en la confianza de las partes interesadas (accionistas, inversores, trabajadores, proveedores, etc.).</li><li>8. Integración con otros sistemas de gestión.</li><li>9. Estructura organizativa.</li><li>10. Mejora de la capacitación interna y las participación y confianza del personal.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Inversión inicial “elevada”.</li><li>2. Desconocimiento de los beneficios productivos, competitivos y organizacionales por parte de las empresas.</li><li>3. Cumplir con la legislación ambiental no necesita, necesariamente, de la implementación de un SGA.</li><li>4. Un SGA no impulsa a las organizaciones a ir más allá del simple cumplimiento de la normativa ambiental.</li><li>5. El uso injustificado de los SGA para elevar los costos de los productos o servicios.</li><li>6. Creer que la implementación de un SGA abrirá fácilmente otros mercados y ampliará el número de clientes</li><li>7. Las certificaciones de empresas con SGA deficientes, crean dudas de los resultados reales de éste.</li><li>8. Requiere de esfuerzo adicional en la planificación, control de los procesos y toma de decisiones.</li></ol>

Antes de implementar el sistema de gestión ambiental bajo la norma ISO 14001:20015 es necesario considerar sus ventajas y desventajas para la organización.

## ***CAPÍTULO 2: INDUSTRIA METALMECÁNICA Y AMBIENTE.***

En los últimos años ha aumentado el interés por mejorar el desempeño ambiental de los diversos sectores industriales, como resultado de la degradación ambiental y sus efectos negativos en la economía, los ecosistemas y, en especial, la salud y bienestar de los seres vivos.

El carácter capitalista de la economía, los modelos de consumo, los esquemas de producción, basados en tecnología sucia, entre otros, han acelerado la degradación ambiental (Foladori, 2006). En las últimas décadas, se ha motivado el cuidado del ambiente como una variable estratégica en la gestión organizacional, dando paso a modelos de desarrollo sostenible (Baltazar Jiménez, Álvarez Castañeda, & De la Rosa Leal, 2016).

### **2.1. INDUSTRIA METALMECÁNICA.**

La metalmecánica como definición es una industria dinámica encargada de surtir a los demás eslabones de la cadena productiva con maquinaria, bienes de consumo y herramientas de carácter metálico hechas a la medida (IPM, 2019); tiene como insumos principales a los materiales ferrosos y no ferrosos (Sanchez Cucunuba, Aponte Galvis, & Torres, 2018).

De acuerdo a los datos del Banco de Información Económica (BIE) del Sistema de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (SNIEG), la industria metalmecánica se divide en subramas como: fabricación de maquinaria y equipo para actividades agropecuarias, de la construcción, para la industria extractiva, para las industrias manufactureras, de comercio y servicios, fabricación de sistemas de aire acondicionado, calefacción, refrigeración industrial y comercial, fabricación de motores de combustión interna, turbinas, transmisiones, etc. (Secretaría Desarrollo Económico, 2006). En otros términos, es una “industria de industrias”, pues provee de maquinaria e insumos claves a la mayoría de actividades económicas (Metal Mind, 2017).

La industria metalmecánica influye de manera importante en la generación de empleos, al requerir de ingenieros, técnicos y operarios especializados como: mecánicos, herreros, soldadores, electricistas, torneros, etc. (CANACITRA, 2009).

A nivel mundial, los países con mayor desarrollo de la industria metalmecánica son Estados Unidos, Japón, Alemania y España; mientras que en Latinoamérica esta actividad está en vías de desarrollo. Actualmente, esta industria representa cerca del 16% del producto interno bruto (PIB) industrial en América Latina, generando 4.1 millones de empleos directos y 19.7 millones de indirectos (CANACITRA, 2009).

### **2.1.1. INDUSTRIA METALMECÁNICA EN MÉXICO.**

En México, la industria metalmecánica aporta alrededor del 16% del producto interno bruto de la manufactura mexicana. Es un sector heterogéneo por la diversidad de productos que genera y por su estructura de mercado, que se constituye principalmente por pequeñas y medianas empresas (Becerril Torres, Godínez Enciso, & Canales García, 2018). Gran parte de los materiales son fabricados con una participación sustancial de insumos nacionales, convirtiéndola en pieza clave para otras actividades económicas (Ironpalmex, 2017).

### **2.1.2. INDUSTRIA METALMECÁNICA EN SAN LUIS POTOSÍ.**

A nivel nacional la industria metalmecánica básica del estado de San Luis Potosí ocupa el cuarto lugar en la producción bruta total con 11,349 millones de pesos anuales; el décimo lugar en la fabricación de productos metálicos con una producción bruta de 2,571 millones de pesos; y el octavo lugar en la fabricación de maquinaria y equipo, con una producción bruta de 2,202.3 millones de pesos (Medina Jiménez, Armando; Becerra Quintero, Gloria Eneida, 2010).

Para el año 2010 en San Luis Potosí se tenía un registro de 100 empresas pertenecientes a la industria metalmecánica (INEGI, 2010). De éstas, 8 destacan por ser líderes en su ramo: 3 en metálicas básicas (Acero San Luis, Nacobre y Mexinox); 3 en subensambles automotrices (Robert Bosh, Cummins y Metalsa) y 2 en electrodomésticos (Leiser y Mabe Sanyo).

Dada la importancia de esta industria, su posible crecimiento futuro y sus aspectos ambientales significativos (consumo de recursos naturales, emisiones al aire, generación de aguas residuales y residuos peligrosos, entre otros), es importante conocer las acciones que lleva a cabo para prevenir y minimizar sus impactos ambientales (Granero Castro & Ferrando Sánchez, 2011).

## **2.2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA METALMECÁNICA.**

El problema de la contaminación en prácticamente todas las actividades del ser humano, ha transformado su manera de pensar y vivir respecto a unos cuantos años atrás, en donde la percepción que tenía sobre la contaminación y el deterioro ambiental era marginal y remoto (Medina Jiménez, Armando; Becerra Quintero, Gloria Eneida, 2010). Este cambio en el pensamiento fue impulsado al exponerse la vulnerabilidad del ser humano, ante los fenómenos naturales ocurridos a consecuencia de las alteraciones en el equilibrio ecológico.

En el caso de la industria metalmecánica, el estudio de la gestión ambiental es un tema de frontera; los autores Theis y Schreiber mencionan que, en estas empresas el ejercicio de la gestión ambiental apenas está en etapas iniciales, la motivación que se tiene es por la legislación ambiental y la presión de la comunidad (Theis & Schreiber, 2015); aseguran también que las estrategias de gestión en dichas empresas, están centradas en mejorar la eficiencia y reducir los costos de los procesos de manufactura, haciendo poco énfasis en el desarrollo de productos diferenciados por su orientación ambiental.

La repercusión ambiental que se tiene en las empresas pertenecientes a este sector, se atribuye a la utilización de una importante variedad de productos clasificados como tóxicos o peligrosos, la ausencia de medidas de seguridad eficientes que eviten vertidos accidentales, derrames, goteos, falta de medidas para la corrección o minimización de la contaminación producida, etc.

### **2.2.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS.**

Durante sus procedimientos, la industria metalmecánica genera cantidades importantes de residuos, muchos de los cuales tienen características de peligrosidad, de acuerdo con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

La cantidad de compuestos químicos utilizados durante sus procesos son muy variados y dependen: del material a recubrir, la tecnología usada y el producto final que se desea obtener. Los insumos utilizados con mayor frecuencia son:

1. Ácidos: clorhídrico, sulfúrico, fosfórico, bórico, nítrico, etc.
2. Alcalis: hidróxido sódico, hidróxido potásico, amoniaco, etc.
3. Sales metálicas ácidas y alcalinas: sulfatos, carbonatos, fosfatos, cloruros, cianuros, etc.
4. Óxidos metálicos, disolventes, tensoactivos, abrillantadores e inhibidores.

Los residuos que no cuentan con un manejo adecuado representan un riesgo para el ambiente y la salud pública; ejemplo de lo anterior son las afectaciones en la población y demás elementos de los ecosistemas, a través de la contaminación de las fuentes de agua, tanto superficial como subterránea. Entre las enfermedades asociadas con la exposición a los residuos peligrosos están: cáncer, malformaciones genéticas y daños renales y hepáticos (Díaz-Barriga, 1996).

La problemática de esta industria no es la generación de residuos peligrosos en sí, sino los procedimientos inadecuados y la falta de capacitación a los trabajadores; pues son estos factores los que propician una generación excesiva de residuos.

### **2.2.2. EMISIONES ATMOSFÉRICAS.**

Las emisiones atmosféricas, asociadas a la industria metalmecánica, se producen en diferentes actividades del proceso productivo (Fundación entorno, empresa y medio ambiente, 1998); éstas dependen de los materiales a fundir y del tipo de combustible utilizado en sus equipos de combustión.

En México, la NOM-085-SEMARNAT-2011 establece los niveles máximos permisibles de emisiones de: monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>); de aquellos equipos de combustión de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales o sus mezclas.

A pesar de los esfuerzos para proteger la calidad del aire, es una realidad que gran parte de las empresas no cuentan con los procedimientos y/o dispositivos para limitar sus emisiones atmosféricas. La amenaza principal de las partículas emitidas radica en su capacidad de propagarse a grandes distancias, y que al ser inhaladas por la población producen o agravan enfermedades como el asma, reacciones alérgicas, bronquitis, infecciones respiratorias, cardíacas, etc. (Fundación entorno, empresa y medio ambiente, 1998).

En la actualidad, tanto la Organización Mundial de la Salud como la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA) reconocen que la inhalación de contaminantes, especialmente partículas, representan un riesgo de mortalidad prematura (Ballester, 2012). Por su parte el Institute for Health dio a conocer mediante un análisis sistemático de todos los riesgos a la salud, que la contaminación por partículas finas contribuye anualmente con más de 3.2 millones de muertes prematuras en el mundo (IHME, 2012).

### **2.2.3. AGUAS RESIDUALES.**

El consumo de agua es un aspecto fundamental en las industrias del tratamiento y revestimiento de metales; algunas empresas del sector poseen pozos propios que les suministran el agua necesaria para sus procesos operativos, mientras que otras se abastecen de la red pública.

El agua es empleada en los procesos de: recubrimiento metálico, enjuague, limpieza, refrigeración, etc. (Medina Jiménez, Becerra Quintero, & Vega Campos, 2010). Durante estas actividades se mezcla con sustancias químicas diversas, dando como resultado aguas residuales con:

1. Aceites, grasas, polvos, pintura...
2. Sustancias químicas ácidas, metales pesados, detergentes, solventes...
3. Lodos de proceso con metales pesados...

De acuerdo con el Informe Ambiental del Sector Metalmecánico, realizado por la fundación Entorno Empresa y Medio Ambiente, en la tabla 2.1 se muestran los impactos principales, producidos los contaminantes de las aguas residuales de la industria metalmecánica.

**Tabla 2.1.** Principales impactos de las aguas residuales de la industria metalmecánica sobre el ambiente.

<i>Impacto</i>	<i>Contaminantes que lo provocan</i>
Eutrofización	- NO <sup>3</sup> , po <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , k, Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>
Salinización del medio receptor	- Aniones y cationes (varios) - Ácidos y bases
Consumo de oxígeno disuelto en el medio receptor	- DQO, DBO <sub>5</sub> , COT - Aceites y grasas - Sólidos en suspensión, Turbidez - DQO, DBO <sub>5</sub> , COT
Salud y ecosistemas	- Punta de PH - Metales pesados - Aluminio - Aceites y grasas

Por sus características de toxicidad, los metales pesados y una gran variedad de sustancias químicas utilizadas, representan una amenaza para la vida acuática, sin necesidad de encontrarse en altas concentraciones.

La contaminación derivada de las aguas residuales de la industria metalmecánica, ocurre cuando éstas son evacuadas sin recibir un tratamiento que disminuya o elimine los contaminantes que éstas contienen.

### **2.3. LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA.**

A través de los años se han desarrollado leyes, reglamentos y normas para regular el comportamiento ambiental de las actividades industriales. Su objetivo es regular que la transformación de materias primas en productos y servicios, se realicen mediante el uso sostenible de los recursos naturales y la disminución y el manejo adecuado de sus residuos, para reducir sus impactos ambientales (LGEEPA, 1988) (INECC, 2007)

En el caso específico de la industria metalmecánica, durante sus actividades se producen afectaciones al agua, con descargas ácidas y amoniacales; al aire, con polvos y gases

provenientes del carbón, combustóleo y gas natural; y al suelo, con grandes cantidades de residuos peligrosos y de manejo especial.

### **2.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).**

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección ambiental dentro del territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social, y tienen por objeto propiciar el desarrollo sostenible y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar (LGEEPA, 2015).

De acuerdo con lo señalado en el artículo 111 de la LGEEPA y en su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, la industria metal mecánica es de competencia federal en materia ambiental. Es decir, antes de su operación, las empresas de este giro industrial deben contar con una autorización en materia de impacto ambiental.

Dependiendo del tipo de sustancias químicas (tipo de peligrosidad) y de las cantidades de manejo de éstas, se les puede requerir la presentación de un estudio de riesgo ambiental de competencia federal o estatal, así como la presentación de un Programa de Prevención de Accidentes.

Las empresas metalmecánicas son de jurisdicción federal en materia de atmósfera, por lo que deben reportar sus emisiones a la SEMARNAT, al menos una vez al año, a través del instrumento de gestión ambiental denominado Cédula de operación Anua (COA).

Finalmente, las empresas metalmecánicas deben manejar sus residuos peligrosos según lo señalado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y en las NOM's correspondientes.

### **2.3.2. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.**

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Tiene por objeto regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas; además, promueve la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos, asociados al cambio climático (DOF, 2012)

### **2.3.3. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERIA DEL REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES.**

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría (DOF, 2014).

De acuerdo con el artículo 3, la industria metalmecánica está identificada como un sector sujeto a reportar sus emisiones, por lo que deberá esta información ante la SEMARNAT.

### **2.3.4. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR).**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Tiene por objetivo garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sostenible, a través de: la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial (DOF, 2003). La LGPGIR define como residuos a aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha.

Por medio de la aplicación de esta ley, se busca fortalecer la investigación, el desarrollo científico y la innovación tecnológica, para reducir la generación de residuos y diseñar alternativas más limpias para su tratamiento (DOF, 2018).

Debido a la utilización de diversos insumos químicos durante sus procesos, la industria metalmecánica genera residuos peligrosos, que poseen alguna de las características CRETIB: corrosividad (C), reactividad (R), explosividad (E), toxicidad (T); inflamabilidad (I), o son biológico-infecciosos (B). Además, genera residuos sólidos urbanos que, de acuerdo a la LGPGIR, se clasifican como residuos de manejo especial, al ser producidos en cantidades grandes.

### **2.3.5. LEY DE AGUAS NACIONALES.**

Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sostenible (DOF, 2020). El reglamento de la Ley de Aguas Nacionales tiene por objeto dar un control a la presente ley.

Esta ley es aplicable para las industrias cuya agua utilizada dentro de sus procesos proviene de bienes nacionales, o bien, a aquellas con descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, propiedad de la nación.

### **2.3.6. NORMAS APLICABLES A LA INDUSTRIA METALMECÁNICA.**

Las normas oficiales mexicanas (NOMs) son disposiciones generales de tipo técnico, expedidas por dependencias de la administración pública federal y son aptas para ser aplicadas a procesos, productos o actividades estandarizadas como las ocurridas en la industria metalmecánica (Orozco y Villa, 2010). Las NOMs ambientales tienen como objetivo establecer límites en la cantidad y calidad de las emisiones y descargas; e incorporarlos al sistema legal, para después vigilar su cumplimiento y aplicar sanciones a quienes los infrinjan (Mercado & Blanco, 2003).

Esta forma de intervención gubernamental se basa en investigaciones científicas y estudios legales. Se espera que, al cumplirse los límites de emisiones y otras condiciones de las normas, se proteja al ambiente, y la economía pueda desarrollarse de manera más sostenible (Mercado & Blanco, 2003).

#### **2.3.6.1. Normas en materia de residuos.**

Con el fin de regular el: manejo integral a los residuos, su clasificación y prevención o remediación de sitios contaminados, la federación ha expedido normas oficiales. En el caso de la industria metalmecánica, se aplican:

1. NOM-052-SEMARNAT-2005: Características, procedimiento de identificación, clasificación y listados de los residuos peligrosos.
2. NOM-053-SEMARNAT-1993: Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
3. NOM-054-SEMARNAT-1993: Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993
4. NOM-133-SEMARNAT-2000: Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (BPC's)-Especificaciones de manejo.
5. NOM-138-SEMARNAT/SS-2003: Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.
6. NOM-161-SEMARNAT-2011: Establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial, determinar cuáles están sujetos a un plan de manejo y establece los elementos y procedimientos que deberán tomarse en consideración para su elaboración e implementación.

#### **2.3.6.2. Normas en materia de emisiones atmosféricas.**

Las normas en materia de emisiones se crearon con el propósito de prevenir y controlar la contaminación atmosférica. Las aplicables a la industria metalmecánica son de observancia obligatoria para las fuentes fijas de jurisdicción federal y local; ya que generan contaminantes como gases y partículas, que al ser expulsadas a la atmósfera deterioran la calidad del aire, por lo que es necesario su control a través del establecimiento de niveles máximos permisibles de emisión que aseguren la

preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (DOF, 1993). Dentro de estas normas se encuentran:

1. NOM-085-SEMARNAT-2011: Establece los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales o sus mezclas.
2. NOM-043-SEMARNAT-1993: Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

#### **2.3.6.3. Normas en materia de aguas residuales.**

El problema central del agua por causa de la actividad industrial en México, ocurre en términos de la contaminación del recurso, más que de la cantidad consumida (Mercado & Blanco, 2003). Las aguas residuales industriales que sean descargadas en: los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones, cuencas, ríos, cauces, y demás depósitos o corrientes de agua, suelo y subsuelo; deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir la contaminación y alteraciones en el funcionamiento adecuado de los cuerpos receptores (LGEEPA, 2015). En respuesta, las normas vigentes aplicables a la industria metalmecánica relacionadas con la composición de las descargas de aguas residuales son:

1. NOM-001-SEMARNAT-1996: Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
2. NOM-002-SEMARNAT-1996: Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

#### **2.3.6.4. Normas en materia de energía.**

Las normas en materia de energía representan el elemento básico de la política de eficiencia energética en México. Se fundamentan en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la cual tiene entre sus objetivos preservar los recursos naturales no renovables, como lo son los combustibles fósiles (Gobierno de México, 2013). Entre las normas aplicables a la industria metalmecánica se encuentran:

1. NOM-001-SECRE-2003: Establece las características y especificaciones que debe cumplir el gas natural que se conduzca en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, para preservar la seguridad de las personas, medio ambiente e instalaciones de los permisionarios y de los usuarios.
2. NOM-001-SEDE-2012: Instalaciones Eléctricas (utilización).
3. NOM-002-SEDE/ENER-2014: Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.
4. NOM-016-ENER-2010: Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.
5. NOM-028-ENER-2010: Establece los límites mínimos de eficacia para las lámparas de uso general, destinadas para la iluminación de los sectores residencial, comercial, servicios, industrial y alumbrado público (todas aquellas lámparas de descarga en alta intensidad; fluorescentes compactas autobalastadas; fluorescentes lineales; incandescentes; incandescentes con halógenos, y luz mixta) que se comercialicen en el territorio nacional.

A nivel internacional se cuenta con la: ISO 50001- Gestión de la energía. El objetivo principal de esta norma es integrar el tema de la energía a la gestión de la empresa, abarcando desde la compra de materias primas, hasta la adopción de medidas para promover un ahorro energético (Normas ISO).

.

## ***CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA EMPRESA.***

La legislación ambiental vigente, así como la creciente preocupación de la población por los problemas ambientales, han obligado a muchas empresas a buscar soluciones a los impactos que generan en sus actividades (Galván Rico, Clemente, & Reyes Gil, 2012). Sus acciones principales se enfocan en: uso de materias primas menos contaminantes, mejoramiento de procesos, uso de sistemas de control, implementación de sistemas de gestión ambiental, aplicación de auditorías, etc.

La aplicación de herramientas de gestión ambiental constituye un elemento fundamental en las estrategias empresariales modernas, ya que mejoran el desempeño ambiental de éstas, mediante la realización de procesos con calidad y eficiencia (Villegas, Reyes, & Galván, 2004) (Reyes, Galván, Guédez, & De Armas, 2005).

El diagnóstico ambiental es una herramienta que permite a las organizaciones conocer los impactos ambientales que generan como consecuencia de sus actividades, productos y servicios. Además, les ayuda a identificar los requisitos legales que les aplican, a fin de identificar áreas problemáticas y establecer medidas de mejora, para evitar incumplimientos (Pontones, 2016).

### **3.1 CASO DE ESTUDIO.**

La presente investigación se desarrolló en una empresa del giro metalmecánico, ubicada en una zona industrial, al sureste del municipio de San Luis Potosí, perteneciente al estado con el mismo nombre. Cuenta con una superficie total de 275,706 m<sup>2</sup> y 103,378 m<sup>2</sup> de construcción.

Por medio de este estudio de caso, se realizó una revisión al desempeño de su sistema de gestión ambiental, el cual está basado en la norma ISO 14001:2015. La caracterización y análisis a sus procedimientos, permitió plantear oportunidades de mejora a las actividades desarrolladas en su ya implementado sistema de gestión ambiental.

### **3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.**

La empresa objeto de estudio se dedica a la fabricación, comercialización y distribución de tuberías de cobre y sus aleaciones, y es reconocida como una de las más importantes en América Latina. Sus insumos básicos son: cobre, aluminio, zinc y latón; los cuales funde y tornea de acuerdo a las especificaciones de sus clientes. Es proveedora importante para las industrias:

- |    |                        |     |                           |
|----|------------------------|-----|---------------------------|
| 1. | De la construcción.    | 7.  | De generación de energía. |
| 2. | De refrigeración.      | 8.  | Desalinizadora.           |
| 3. | De aire acondicionado. | 9.  | Militar.                  |
| 4. | Eléctrica.             | 10. | De grifería.              |
| 5. | Azucarera.             | 11. | De ornamentales, etc.     |
| 6. | Petroquímica.          |     |                           |

De acuerdo a datos proporcionados por la misma empresa, en la actualidad, el 43% de los productos elaborados se exportan a países de Latinoamérica, Europa, Estados Unidos y Canadá.

La empresa cuenta con 37 años de operación. En octubre del año 2018 obtuvo la certificación integral por la implementación de las normas ISO 9001:2015- Sistema de Gestión de Calidad e ISO 14001:2015- Sistema de Gestión Ambiental.

Dentro de los puntos críticos de la empresa se encontró una organización inadecuada, que se ve refleja en un bajo grado de conciencia y compromiso ambiental. Estas fallas en la administración, tiene el poder de desencadenar una serie de consecuencias ambientales, tales como: falta de mecanismos o procedimientos precisos de reutilización para los insumos utilizados; clasificación e inventariado poco preciso de las sustancias químicas; mantenimientos preventivos deficientes y con enfoque a la corrección, lo que acarrea afectaciones económicas por paros en la maquinaria, y ambientales al presentarse fugas de aceites, lubricantes, etc.

### **3.2. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS PROCESOS.**

Conocer los procedimientos y la maquinaria empleada, permite identificar los aspectos ambientales que ocurren dentro de cada una de las actividades efectuadas. La empresa en cuestión, fabrica productos hechos con cobre o aleaciones de otros materiales no ferrosos; entre los artículos elaborados se encuentran:

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Tubería rígida.      | 5. Tubos aletados.   |
| 2. Tubería capilar      | 6. Codos.            |
| 3. Tubería flexible.    | 7. Tees.             |
| 4. Tubería LWC para ACR | 8. Coples sin rolar. |

Para cubrir esa demanda de diversidad de productos, lleva a cabo procesos de:

- |              |                        |
|--------------|------------------------|
| 1. Fundido.  | 5. Deformado.          |
| 2. Corte.    | 6. Laminado.           |
| 3. Forjado.  | 7. Tratamiento térmico |
| 4. Dilatado. |                        |

Para realizar dichos procedimientos se utilizan: prensas de extrusión; fresadoras; sierras; tinas de decapado; laminadores; hornos estáticos, de inducción; tornos; compresores; etc.

La empresa estudiada cuenta con 10 áreas productivas y 2 de preparación y separación. Es importante señalar que los productos no pasan por todas ellas, sino que se dividen de acuerdo al artículo final que se requiere.

#### **3.2.1. SCRAP.**

Esta área recibe, almacena y separa la materia prima, que consiste en: cobre, latón, zinc, aluminio, níquel y fósforo. Según las especificaciones del cliente, los elementos básicos se llevan a los hornos de fundición por medio de montacargas. El equipo de transporte se alimenta con diésel, por lo que genera emisiones atmosféricas.

También se llevan a cabo registros e inspecciones a los materiales por medio de hojas de verificación, que posterior a su uso contribuyen en la generación de residuos de manejo especial.

### **3.2.2. FUNDICIÓN.**

La materia prima se deposita en el horno de fusión (horno Shaft). La carga se dosifica con fosforo de cobre  $Cu_3P$ , que se utiliza para modificar la microestructura de los materiales y mejorar la respuesta que éstos tienen a los tratamientos térmicos.

Posteriormente se inicia con el proceso de homogenización y escoriado (purificación) en el horno de retención. Los materiales fundidos se vacían en una tina de enfriamiento, que es enfriada por flujos de agua, provenientes de las torres de refrigeración, trasformando la mezcla del estado líquido al sólido. Una vez en estado sólido se corta por medio de sierras, a este nuevo elemento se le denomina lingote (figura 3.1).

Antes de enviar el lingote a la siguiente área, se manda una muestra al laboratorio químico para verificar que este cumple con las especificaciones del cliente.

Los hornos utilizados se alimentan con gas y energía eléctrica. Durante el proceso de corte se genera rebaba.



**Figura 3.1.** Lingote de cobre.

### **3.2.3. PRENSA.**

El lingote se inspecciona y se envía al área de prensa para su corte con sierras especiales. El subproducto resultante se conoce como tocho (figura 3.2), el cual es sometido a altas temperaturas dentro de hornos eléctricos, para que sea moldeable.

Los tochos calientes se trasladan a la prensa de extrusión para iniciar con el proceso de deformación mediante la aplicación de una fuerza de empuje, como consecuencia se obtienen subproductos con una mayor longitud y menor diámetro llamados Shells (figura 3.3). La temperatura de trabajo depende de la aleación.

Los Shells de longitud y diámetro deseado se colocan en una mesa de enfriamiento para su inspección. Al entrar en contacto con el aire y disminuir la temperatura, éstos se cubren con una capa de óxido en su superficie, la cual se retirará más tarde por medio de decapado químico.

Dadas las dimensiones y el peso de los Shells, éstos se mueven mediante el uso de grúas viajeras, eléctricas.

Los equipos que operan en el área de prensa utilizan grasas y lubricantes para evitar rayaduras en el producto. Los procesos de corte generan rebaba, por lo que es común que el piso del área esté cubierto de estas sustancias y residuos.



**Figura 3.2.** Tocho de cobre. (RSTools).



**Figura 3.3.** (chilena, 2019).

#### **3.2.4. LAMINADORES.**

Una vez inspeccionado el Shell, se libera del almacén y se envía a la mesa de pulido para eliminar los defectos que pudiese tener. Posteriormente se pasa por rodillos de enderezado para corregir desvíos estructurales.

Los productos terminados se separan en dos: aquéllos destinados al área de cascada (se pasan a “la mesa de carga a cascada”); y los que serán cortados nuevamente, se colocan en la “mesa de carga a sierra”.

Los laminadores funcionan por medio de energía eléctrica. Al igual que el área de prensa, se requiere de sustancias químicas como grasas y lubricantes para evitar rayaduras, además de trapos y estopas para la limpieza e inspección de la maquinaria.

### **3.2.5. CASCADA.**

El procedimiento dentro de esta área tiene por objeto disminuir el grosor de los Shells y dilatar su diámetro, por medio de:

1. El estirado en triple cascada.
2. El estirado en block circular.
3. El enderezado y corte.

Los productos requeridos por el cliente determinan la herramienta a utilizar y el grosor del diámetro tubo. Una vez finalizado alguno de los tres procedimientos anteriores, los Shells se inspeccionan. Los que cumplen con los estándares de calidad, se pasan al área de blocks; mientras que los que presentan defectos se regresan al área de fundición.

### **3.2.6. BLOCKS.**

Los Shells provenientes del área de cascada se envían al área de punteado y estirado de blocks, que utilizan electricidad y aire comprimido. En el proceso de control de calidad, los Shells que aprueban la revisión se mandan al área de líneas finales; los que no, se envían al área de scrap.

### **3.2.7. CONEXIONES.**

Al llegar al área de conexiones, el Shell se inspecciona. Los que no pasan las pruebas de calidad se regresan al área de blocks. Los Shells aceptados se cortan en piezas más pequeñas y se limpian con detergentes. De acuerdo al producto final que se va a fabricar, los Shells se someten a:

- a. Procesos de doblado, suajeado y careado, para la elaboración de codos (figura 3.4).
- b. Procesos de hidroformado suajeado y careado para la elaboración de tees (figura 3.5).
- c. Procesos de rolado y reducción, para la elaboración de coples (figura 3.6).



**Figura 3.4.** Codo  
(Nacobre, 2019).



**Figura 3.5.** Tees  
(Nacobre, 2019).



**Figura 3.6.** Coples  
(Nacobre, 2019).

Una vez elaborados los productos, se envían al área de inspección de atributos, donde se lavan y abrillantan, por medio de sustancias químicas y otros materiales de pulido. A continuación, se secan, embolsan y empaican para ser trasladados al almacén de productos terminados.

### **3.2.8. CAST & ROLL.**

El Shell se inspecciona visualmente y se envía a la máquina escalpeadora para limpiar su superficie. A continuación, pasa a rolado continuo donde se le da una forma específica por medio de rodillos. Posteriormente se afina al diámetro requerido, haciendo pasar el tubo rolado por otro conjunto de rodillos, y una vez más, el operador verifica el buen estado del subproducto.

El tubo rolado se envía a la máquina punteadora principal para realizarle puntos de soldadura y luego se envía a estirado. Si el subproducto requiere nuevamente de punteado se envía a la punteadora auxiliar y se re-inspecciona; en caso de no aprobar la revisión se regresa al área de scrap; estos procesos de estirado y punteado se repiten una vez más. El subproducto resultante es inspeccionado, para finalmente ser enviado a líneas finales.

Los equipos que operan en esta área se alimentan con energía eléctrica, y en los procesos se utilizan: grasas y lubricantes para evitar rayaduras al subproducto.

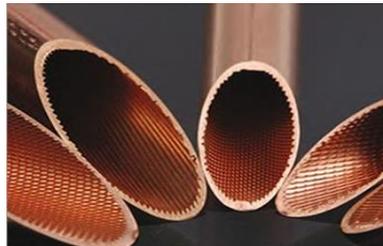
### 3.2.9. LÍNEAS FINALES Y RANURADO.

Al entrar en el área de líneas finales y ranurado, el subproducto se envía a los procesos siguientes:

1. Estirado, enrollado, tratamiento térmico y ranurado (para la elaboración de tubería flexible). Figuras 3.7, 3.8.
2. Enderezado y estirado (para la elaboración de tubería rígida). Figura 3.9.



**Figura3.7.** Tubería flexible (Nacobre, 2019).



**Figura3.8.** Tubo ranurado (Siddhimetal, s.f).



**Figura3.9.** Tubería rígida (Nacobre, 2019).

Al terminar estos procesos, las tuberías flexible y rígida se inspeccionan. Si cumplen con las especificaciones requeridas, se envían a los hornos para darles un tratamiento térmico final; en caso contrario, se regresan al área de scrap.

Al salir de los hornos, las tuberías se revisan nuevamente. Las que aprueban el control de calidad se envían al proceso de empaque y finalmente al enviado al almacén de productos terminados.

Los equipos que operan en esta área se alimentan con energía eléctrica.

### 3.2.10. LATÓN.

En el Área de Latón, el material se divide en las dos secciones siguientes:

1. Latón I: El material laminado o extruido se somete a procesos de punteado, decapado, lubricado, estirado, recocido, corte y enderezado.
2. Latón II: El material laminado o estirado se somete a procesos de recocido, punteo, decapado, lubricado, estirado, corte y enderezado.

El proceso de decapado permite eliminar la capa de óxido del subproducto; el enderezado sirve para corregir cualquier desvío estructural.

Una vez lubricados, en el laboratorio de calidad se les realizan las pruebas siguientes:

1. Hidrostáticas
2. C.C.end.
3. Neumáticas
4. Británicas.

Cuando se requiere elaborar un tubo aletado (figura 3.10), el subproducto se envía a: lavado, sopleteado y corte con sierras.



**Figura 3.10.** Tubo aletado (Nacobre, 2019).

Si el laboratorio valida que el producto cumple con los requerimientos del cliente, se empaqueta y almacena como artículo terminado. En caso contrario, el producto se devuelve al área de scrap.

Al igual que otras áreas, los equipos que aquí operan se alimentan con energía eléctrica. En los procesos se utilizan: grasas y lubricantes para evitar rayaduras al producto.

### **3.2.11. STRAINERS.**

En el área de strainers se realizan filtros para confirmar que los productos cumplen con las características solicitadas por el cliente.

El primer filtro consta de inspecciones de longitud y estructura. Si los productos cumplen con los estándares de calidad, se lavan con solventes y se pasan al filtro 2. En caso de presentar deformaciones o anomalías se regresa al área de scrap.

En el segundo filtro se examinan las dimensiones de los productos. Cuando éstas son correctas, se procede a su limpieza y sopleado por medio de aire comprimido. Si las dimensiones no son las solicitadas por el cliente, los artículos se regresan al área de scrap.

En el tercer filtro se realiza una nueva inspección a las dimensiones de los productos y finalmente, éstos se empacan como artículos terminados.

### **3.2.12. TRÁFICO.**

En el área de tráfico se reciben todos los artículos terminados. Ahí se realiza una inspección visual para corroborar que las etiquetas de identificación y los productos concuerdan. Posteriormente se pesan en básculas industriales, para comprobar que cumplen con los requerimientos del cliente.

A continuación, se elabora una solicitud al transporte que se encargará de trasladar los artículos al cliente. Antes de que la carga abandone la planta, se verifica que esté completa y correctamente acomodada dentro del vehículo.

Para acomodar y pesar el producto terminado se utilizan carros montacargas y grúas viajeras. Los embalajes utilizados para los productos se elaboran con madera; una vez que éstos son entregados, se devuelven a la empresa. Si cuentan con las condiciones apropiadas se reutilizan; de no ser así, se envían al taller de carpintería en donde una empresa privada los recoge.

### **3.3. ASPECTOS AMBIENTALES DE LA EMPRESA.**

Para identificar las oportunidades de mejora al sistema de gestión ambiental (SGA), previamente implantado por la empresa objeto de estudio, es necesario analizar: las condiciones en las que se realizan sus procesos; las emisiones, descargas y residuos provenientes de sus actividades; así como el grado de participación y conocimiento de sus trabajadores respecto del SGA.

Conocer lo que ocurre en la práctica y en la teoría, brinda la posibilidad de establecer propuestas apropiadas a las características de la organización.

### **3.3.1. EMISIONES ATMOSFÉRICAS.**

La empresa estudiada cuenta con una cantidad considerable de hornos para el desarrollo de sus procesos de fundición y moldeo. Estas máquinas tienen como principal fuente de alimentación: gas, carbón mineral calcinado (coque), o energía eléctrica.

Los hornos de carbón mineral tienen emisiones atmosféricas de gases y partículas que contaminan el aire. Mientras que, en el caso de los hornos eléctricos, su manejo inadecuado puede representar pérdidas energéticas.

En el año 2018, la empresa estudiada contrató a un laboratorio acreditado para que realizara mediciones y análisis a las emisiones atmosféricas de varios de sus hornos de gas (tabla 3.1).

**Tabla 3.1.** Resultados de la medición de emisiones atmosféricas por algunos hornos de combustión.

<b>Equipo</b>	<b>Combustible</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Parámetro</b>	<b>ppmv</b>	<b>Máximo permisible (ppmv)</b>
Horno Shaft	Gas natural	8.71 CJ/h	CO	29	500
			NOx	209	375
Horno Holding	Gas natural	0.09 GJ/h	CO	31.1	N/A
			NOx	229.7	N/A
Horno Ajak II	Gas natural	10.54 CJ/h	CO	48.5	500
			NOx	129.5	375
Horno Ajak I	Gas natural	10.08 GJ/h	CO	54.6	500
			NOx	131.6	375
Horno Rotatorio II	Gas natural	4.2 GJ/h	CO	44.7	N/A
			NOx	119	N/A
Horno Rotatorio I	Gas natural	0.35 GJ/h	CO	29.2	N/A
			NOx	109.1	N/A
Horno Indunga I	Gas natural	8.64 GJ/h	CO	43.9	500
			NOx	99.9	375
Horno Indunga II	Gas natural	8.64 GJ/h	CO	49.5	500
			NOx	99.9	375

Como se observa en la tabla, y de acuerdo a lo determinado por la NOM-085-SEMARNAT-2011, las emisiones medidas de los equipos estudiados no rebasan los límites máximos permisibles, establecidos para los equipos de combustión con capacidad térmica de 5.3 GJ/h a 42.4 GJ/h, que usan combustible gaseoso. Por lo tanto, se concluye que estos equipos operan de conformidad con la norma de referencia.

Es importante que, con la frecuencia establecida por la autoridad ambiental correspondiente, y a través de un laboratorio acreditado, la empresa mida las emisiones al aire de todos sus hornos de combustión de gas y de carbón, y las mantenga bajo los límites indicados en la NOM-085-SEMARNAT-2011.

### **3.3.2. AGUAS RESIDUALES.**

La empresa consume agua en sus procesos productivos para actividades de enfriamiento y limpieza de materiales y equipos. También la utiliza en las áreas de comedor, sanitarios, áreas verdes y para actividades de limpieza de superficies y aseo del personal.

Sus aguas residuales (AR) se descargan a la red de alcantarillado público, la cual, tiene niveles máximos permisibles para el contenido de las AR que recibe. Cuando los parámetros son excedidos, se aplican sanciones económicas a la empresa.

Antes de descargar sus aguas residuales a la red de alcantarillado público, y con el objeto de cumplir con los parámetros indicados en la NOM-002-SEMARNAT-1996, la empresa estudiada opera dos plantas de tratamiento (PTAR):

1. Planta de tratamiento fisicoquímico: para depurar las aguas residuales provenientes de los procesos productivos.
2. Planta de tratamiento biológico: para limpiar las aguas residuales que se generan en los sanitarios y en las áreas de comedores.

En el año 2019, un laboratorio externo acreditado realizó un análisis a la composición de las descargas de aguas residuales, provenientes de la planta fisicoquímica; la tabla 3.2 muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 3.2.** Resultados de los análisis realizados a las aguas residuales, luego de ser tratadas en la PTAR fisicoquímica, y comparación con los datos señalados en la NOM-002-SEMARNAT-1996.

Parámetros	Enero	Marzo	Abril	Abril	Mayo -	Máximo permisible
Demanda bioquímica de oxígeno total	46.33	185.33	76	39.67	46.33	200 mg/L
Demanda química de oxígeno total	104	391.8	162	90	100	400 mg/L
Sólidos sedimentables	1	1	0.5	<0.5	0.5	7.5 mg/L
Sólidos suspendidos totales	19	36.3	26.7	<10	21.2	200 mg/L
Sólidos disueltos totales	889	1251.7	1187.3	1193	1,139.80	2500 mg/L
N TOT KJELDAHL (N-NH3+N+ORG)	12.34	4.75	5.42	5.42	9.17	n/a
Nitritos (como N-NO2)	0.0141	0.0104	0.0258	<0.01	<0.01	n/a
Nitratos (como N-NO3)	0.45	<0.1	<0.1	<0.1	0.127	n/a
Nitrógeno total (N-NKT+N-NO2+N-NO3)	12.804	4.76	5.446	5.42	9.297	60 mg/L
Fósforo total (como P)	1.152	2.016	1.824	1.206	2.534	30 mg/L
Arsénico total	<0.005	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	0.75 mg/L
Cadmio total	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	0.75 mg/L
Cianuro total	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	1.5 mg/L
Cobre total	0.226	0.541	0.423	0.127	0.237	15 mg/L
Cromo hexavalente	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.75 mg/L
Mercurio total	0.0021	0.0023	0.0019	0.0017	0.002	0.015 mg/L
Níquel total	0.543	1.238	0.453	<0.200	<0.200	6 mg/L
Plomo total	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	1.5 mg/L
Zinc total	0.122	0.343	0.152	<0.100	<0.100	9 mg/L
Sulfatos (SO4)	218.35	304.8	304.75	367.25	304.75	300 mg/L
Sustancias activas al azul de metileno	1.39	4.44	4.84	2.48	4.7	1 mg/L
Fenoles	0.0316	0.0312	0.0698	0.0637	<0.01	0.6 mg/L
Grasas y aceites	<10	17.32	11.88	<10	<10	75 mg/L

El análisis de los datos mostrados en la tabla 3.2 muestra que las concentraciones de los diferentes parámetros medidos están por debajo de los establecidos por la NOM-002-SEMARNAT-1996, con excepción de las sustancias activas al azul de metileno. Esto

puede deberse a que la gran mayoría de los detergentes utilizados emplean como agente tensoactivo el sulfonato de alquilbenceno ABS, el cual no es biodegradable.

### **3.3.3. RESIDUOS.**

Además de las destinadas a la producción, la empresa cuenta también con otras áreas; entre las que destacan: almacenes, mantenimiento, plantas de tratamientos de aguas residuales, comedores, oficinas y sanitarios. Como resultado de las acciones diarias que ahí se realizan, se generan residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP).

En las diferentes áreas de la empresa hay contenedores (tambos) para el acopio de los RME, los cuales cuentan con letreros para indicar el tipo de desecho que deberá ser depositado dentro de ellos: papel y cartón, aluminio, vidrio, plástico, orgánico, inorgánico. Los RME se llevan diariamente al almacén temporal de residuos.

En las áreas de producción, los RP se segregan en líquidos y sólidos, haciendo uso de:

1. Tambos para almacenar: lodo aceitoso, aceite gastado, aceite soluble, etc.
2. Tambos para almacenar sólidos impregnados con hidrocarburos.

Sólo algunos tambos tienen una etiqueta que especifica el residuo que ahí se debe almacenar y el área de su generación.

Dentro del piso de producción hay un área de preparación de residuos. Ahí se llevan los tambos con RP líquidos y con RP sólidos impregnados. El contenido de estos últimos se vierte en totes. Una vez por semana, todos los contenedores se llevan al almacén temporal de residuos peligrosos, con ayuda de carros montacargas. Las tablas 3.3 y 3.4 muestran los datos registrados en la bitácora de este almacén.

**Tabla 3.3.** Datos registrados en la bitácora de residuos de manejo especial de la empresa.

<b>Residuo</b>	<b>kg/día aprox</b>	<b>kg/mes aprox.</b>
Chatarra metálica	927	27,810
Fleje	10	300
Rebaba	5	150
Madera	250	7,500
Papel	10	300
Cartón	76	2,280
Lodos de sistema de enfriamiento	166	4,980
Lodos de PT biológico	22	660
Lodos de PT fisicoquímico	166	4,980
Grafito	15	450
Polvo de colecto	1	30
Pasta jabonosa	26	780
Drenaje pluvial	1	30
Fibra mineral	10	300
Puestas de cátodo	5	150

**Tabla 3.4. Generación mensual** de residuos peligrosos (kg), registrados en la bitácora de la empresa.

<b>Residuos</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>May</b>	<b>Ab</b>	<b>Ma</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
Sólidos impregnados (H).	0	0	27,260	15,490	0	18,260	12,820	0	30,897	19,550	22,430	0
Lodo aceitoso	8,440	8,790	27,160	16,860	13,270	16,940	22,170	23,640	35,777	74,390	11,260	0
Aceite gastado	15,910	11,660	7,110	17,100	1,650	6,050	13,020	0	3,820	2,1590	0	0
Solvente gastado	4,910	5,180	0	5,390	970	2,590	4,490	0	4,010	1,920	0	0
Aceite soluble gastado	34,350	0	99,500	30,350	49,680	46,880	36,980	59,420	54,680	11,450	0	0
Sólidos impregnados (Q)	0	0	0	0	550	0	0	0	0	0	0	0
Nitrato mercurioso	0	0	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0
Pilas (AA, AAA, 9V, D, SR44)	0	0	0	0	140	0	0	0	0	0	0	0
Lámparas fluorescentes	0	0	0	0	260	0	0	0	230	0	0	0
Tambos impregnados	1,770	0	2,600	2,600	870	930	1,680	2,660	2,350	2,810	1,500	0
Suelo contaminado	0	0	0	0	1,220	0	0	0	16,800	0	0	0
Tinta gastada	0	530	0	0	210	0	0	0	0	410	0	0
Acumuladores (plomo ácido)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	670	0	0
Lodos PTAR biológica	0	0	0	0	0	0	0	0	4,473	0	0	0

A diferencia de los RP, los RME no cuentan con un área de preparación; el personal de limpieza los recoge durante sus recorridos y los lleva al almacén temporal de residuos donde según lo establecido por el reglamento: se pesan, se registran en la bitácora y se envían a la compactadora; aquellos que serán reutilizados o vendidos se apartan después del registro. A pesar de que el protocolo del almacén temporal establece un monitoreo diario, su bitácora solo tiene un registro aproximado de la generación diaria y mensual de cada residuo. Esta deficiencia en el registro obstaculiza la oportunidad de detectar bajo qué circunstancias se genera una mayor o menor cantidad de residuos de manejo especial.

En el caso de los RP, se advierte que hay meses completos en los que no hay reporte alguno de la generación de varios de los residuos; mientras que, en otros, los registros son de decenas de toneladas. Esto, al igual que en los RME, dificulta la identificación de anomalías en el proceso que dan como resultado una mayor o menor generación de residuos, además deja en evidencia una falta en su control y monitoreo.

#### **3.3.4. CONSUMO DE ENERGÍA.**

La competitividad de las organizaciones está estrechamente ligada a la buena administración y gestión de sus procesos (Serna Machado, 2010). En los próximos años la energía será un factor decisivo en términos de coste y competitividad, esto significa que las compañías buscarán eliminar los equipos devoradores de energía de sus plantas (Interempresas, 2009).

Dentro de la empresa estudiada existe un alto consumo de energía. Ésta se utiliza en actividades de producción, mantenimiento, almacén, áreas administrativas, etc. Algunas de las máquinas utilizan combustibles fósiles y otras, energía eléctrica. La tabla 3.5 muestra equipos utilizados dentro de la empresa caso de estudio y su fuente de alimentación.

**Tabla 3.5.** Tipo de consumo energético de la maquinaria.

<b>Maquinaria</b>	<b>Área</b>	<b>Tipo de energía</b>
Horno	Producción	Combustión, eléctrica
Laminadora	Producción	Eléctrica
Torno	Producción	Eléctrica
Compactador	Almacén	Eléctrica
Grúa aérea	Producción	Eléctrica
Fresadora	Producción	Eléctrica
Planetario de laminación	Producción	Eléctrica
Pulidora	Producción	Eléctrica
Sierra	Producción	Eléctrica
Extractor de viruta	Producción	Eléctrica
Mandriladora	Producción	Eléctrica
Perforadora	Producción	Eléctrica
Tablero de control	Producción	Eléctrica
Montacarga	Producción, almacén, mantenimiento	Diésel
Copiadora	Administrativa	Eléctrica
Plóter	Administrativa	Eléctrica
Refrigerador	Administrativa/ comedor	Eléctrica
Computadora	Administrativa	Eléctrica
Aire acondicionado	Administrativa	Eléctrica
Lámpara fluorescente	Administrativa, producción, comedor, almacén	Eléctrica
Lámpara Led	Taller, almacén	Eléctrica
Aire acondicionado	Administrativa	Eléctrica
Microondas	Comedor, producción	Eléctrica
Teléfono	Administrativa	Eléctrica
Televisor	Administrativa	Eléctrica
Impresora	Administrativa, producción	Eléctrica

La mayoría de los quipos utilizados consumen energía eléctrica lo que representa una opción más limpia; sin embargo, durante la búsqueda de información respecto a los consumos de energía de la maquinaria se observó que estos datos solo están disponibles para el personal de administración. Esta falta en el monitoreo del consumo obstaculiza la oportunidad de detectar alteraciones en el gasto energético, e identificar a aquellos equipos devoradores de energía. Disponer de estos datos permite desarrollar programas más efectivos de mantenimiento preventivo y eficiencia energética.

Algo a resaltar es la presencia de tragaluces en la nave más grande en la empresa, este aprovechamiento de la luz solar para la iluminación reduce su tiempo de funcionamiento y consumo de energía eléctrica.

### **3.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La ISO 14001:2015 establece que las empresas que han implementado un sistema de gestión ambiental tienen la obligación de: determinar sus aspectos ambientales significativos; conocer los impactos ambientales asociados y controlar las actividades, servicios o productos que puedan influir en ellos. Para identificar estos puntos se debe realizar un diagnóstico ambiental, a fin de conocer sus aspectos principales.

En este subcapítulo se muestra la metodología y los criterios utilizados para realizar un diagnóstico ambiental en una empresa metal-mecánica, con el objeto de determinar su problemática y enfocar las oportunidades de mejora que le permitan cumplir con la legislación aplicable.

#### **3.4.1. ASPECTOS AMBIENTALES.**

La ISO 14001:2015 define a un aspecto ambiental como un elemento derivado de la actividad empresarial de la organización (producto o servicio), que tiene contacto o puede interactuar con el ambiente. Se debe especificar que existe una diferencia entre los aspectos ambientales no significativos y los significativos (Nueva ISO 14001:2015, 2018); ya que estos últimos pueden causar un impacto importante al ambiente.

Cuando se habla de aspectos ambientales, también se asocia el término de impacto ambiental, pero éstos no deben confundirse. Según la ISO 14001, los impactos son los cambios producidos en el ambiente. No importa que sean positivos o negativos, significantes o insignificantes; lo relevante es que deriven de los productos, servicios o actividades de la empresa. En otras palabras, los aspectos interactúan con el ambiente, mientras que los impactos producen cambios en él.

### **3.4.1.1. Matriz de aspectos e impactos ambientales.**

La ISO 14001:2015 sugiere cuatro etapas para identificar los aspectos e impactos ambientales:

1. Elegir una actividad o proceso en concreto que pueda tener relación con un elemento del ambiente (por ejemplo: el enfriamiento de piezas metálicas).
2. Identificar los posibles aspectos ambientales de la actividad (por ejemplo: el enfriamiento de piezas metálicas con agua).
3. Identificar los impactos reales o potenciales que se asocian al aspecto (por ejemplo: grado de contaminación del agua).
4. Diagnosticar la importancia de los impactos (asociar valores para evaluar los aspectos ambientales identificados).

Para dar cumplimiento a lo establecido por la norma, se utilizó una herramienta de evaluación desarrollada por el programa de gestión ambiental empresarial, que facilitó la identificación de: los aspectos ambientales generados por proceso productivo o servicio, los impactos asociados y las condiciones de operación bajo las cuales se presentan (figura 3.1).

Para recolectar la información se utilizaron los datos que el departamento de control ambiental de la empresa sujeta a investigación poseía, además se realizaron recorridos en piso con el propósito de actualizar la información disponible.

Los criterios para evaluar los impactos ambientales generados fueron: probabilidad, severidad, requisitos legales aplicables y partes interesadas (Programa Gestión Ambiental Empresarial Nivel I, 2015). De acuerdo con su rango, a cada uno de éstos se le asignó un valor, según se indica en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6.** Valoración de los criterios con los que se evaluaron los impactos ambientales (Información tomada del programa de gestión ambiental de la empresa).

<b>Criterios</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
<b>Probabilidad:</b> Ocasión en que se está presentando el impacto en su interacción con el ambiente, su calificación es de acuerdo a la incidencia:	Anual / Semestral	1
	Trimestral / Bimestral / Mensual	5
	Semanal / Diario	10
<b>Severidad:</b> Describe el tipo de cambio sobre el recurso natural, generado por el impacto ambiental.	Cambio leve	1
	Cambio moderado	5
	Cambio considerable	10
<b>Requisito legal</b> (Existe requisito legal aplicable)	Existe legislación	10
	No existe legislación	1
<b>Partes interesadas</b> (Requisito asociado con partes interesadas)	No hay parte interesada asociada	1
	Una parte interesada asociada	2
	Dos o más partes interesadas asociadas	3

Los valores de los criterios según su rango, se colocaron en la matriz de aspectos e impactos ambientales del departamento de control ambiental de la empresa (Figura 3.1).

Una vez que se asignaron valores a los criterios (según su rango) (Tabla 3.7) se procedió a evaluar los impactos ambientales, a través de la determinación de su significancia (Figura 3.11), utilizando la ecuación 3.1:

$$\text{Significancia} = A * I * P * L \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Donde:

$A$  = Probabilidad

$P$  = Asociado con partes interesadas

$I$  = Severidad

$L$  = Existe requisito legal aplicable

Cuando el valor de la significancia es mayor a 27 puntos se considera como un impacto ambiental significativo, y si es menor, como un impacto ambiental no significativo. El aspecto ambiental se calificará de manera indirecta: si el impacto ambiental resulta significativo, entonces el aspecto ambiental que lo provoca también será significativo. Si el impacto ambiental es no significativo, el aspecto ambiental que le da origen también será no significativo.

La figura 3.11 muestra un extracto de la matriz de aspectos e impactos ambientales, utilizada en esta investigación.

Descripción de la actividad		Identificación de aspectos e impactos ambientales			Criterios de Evaluación de impacto ambiental				Significancia	
Proceso	Actividad	Aspectos ambientales identificados	Impactos ambientales asociados	Condición de operación	Impacto ambiental		Requisito legal	Partes interesadas	Calificación	Significancia
					Probabilidad	Severidad	Existe requisito legal aplicable	Requisito asociado con partes interesadas		
Extrusión (Prensa Duisburg)	El tocho caliente pasa por prensa para formar el Shell	Gasto de agua	Sobreexplotación de manto acuífero	Normal	3	3	2	3	54	Significativo
		gasto de madera	Deforestación	Normal	3	2	2	3	36	Significativo
Módulos de oficina	Impresión, utilización de equipo de cómputo, limpieza	gasto de agua.	Sobreexplotación de manto acuífero	Normal	3	3	2	3	54	Significativo
Baños	Limpieza y desinfección	gasto de agua y uso de sustancias químicas	Sobreexplotación de manto acuífero y generación de sólidos impregnados	Normal	3	3	2	3	54	Significativo
Comedores	Preparación de alimentos y limpieza	gasto de agua y uso de sustancias químicas	Sobreexplotación de manto acuífero y generación de sólidos impregnados	Normal	3	3	2	3	54	Significativo

**Figura 3.11.** Extracto de matriz de aspectos ambientales. Departamento de control ambiental.

### 3.4.2. ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.

Al evaluar los procesos ocurridos dentro de la empresa, se identificaron como aspectos ambientales significativos: la generación de residuos, el consumo y contaminación del agua, las emisiones atmosféricas y el consumo de energía eléctrica y combustibles fósiles.

Para priorizar la atención de los aspectos ambientales identificados, se analizó la información que la empresa reportó de cada uno de ellos (aguas residuales, emisiones atmosféricas, residuos y energía), así como la legislación ambiental aplicable. Los resultados fueron los siguientes:

- a. **Consumo y contaminación del agua:** La tabla 3.2 muestra los resultados de los análisis realizados a las aguas residuales de la empresa, luego de ser tratadas en la PTAR fisicoquímica. Se observa que las sustancias activas al azul de metileno (SAAM) están por encima del límite máximo permisible, señalado en la NOM-002-SEMARNAT-1996. Esto puede atribuirse a que la mayoría de los detergentes utilizados durante sus procesos, emplean como agente tensoactivo el sulfonato de alquilbenceno ABS, que no es biodegradable.
- b. **Emisiones atmosféricas:** La mayoría de las emisiones atmosféricas de la empresa estudiada provienen de equipos que utilizan coque de carbón como combustible. En la tabla 3.1 se observa que las emisiones al aire, provenientes de los hornos que queman gas natural se encuentran por debajo del límite máximo permisible establecido por la NOM-085-SEMARNAT-2011.
- c. **Generación de residuos:** El desconocimiento de los trabajadores en cuanto al manejo adecuado de los residuos ha conducido a una generación excesiva de los mismos, principalmente de sólidos impregnados con sustancias químicas consideradas como peligrosas para el ambiente y/o la salud. Las tablas 3.3 y 3.4 evidenciaron oportunidades de mejora en el control y registro de sus residuos
- d. **Consumo de energía eléctrica:** Al realizar la caracterización de la empresa, se observó que los departamentos de control ambiental y mantenimiento desconocen los consumos eléctricos de los equipos utilizados. Por otra parte, los temas de

consumo eléctrico y eficiencia energética no se consideraron en el desarrollo de la política y objetivos ambientales.

Con base en lo anterior se seleccionaron como aspectos ambientales importantes: el consumo de energía y la generación de residuos, y es en ellos que se enfocarán las oportunidades de mejora propuestas en esta tesis.

### **3.4.2.1. Análisis preliminar de Eficiencia energética.**

Se conoce como eficiencia energética a la aplicación de tecnologías y prácticas enfocadas en la optimización y reducción de la energía utilizada, sin disminuir la eficacia del servicio que dicha energía abastece. Es decir, se disminuye el impacto ambiental negativo por medio de la prevención de su desperdicio (Cavazoz Sánchez, 2009).

A pesar de que la empresa estudiada ya tiene implementado un sistema de gestión ambiental, en éste no se logró identificar el uso eficiente de la energía, como un elemento importante para su operación. Es quizá por esto que no se encontraron registros de consumo, políticas y programas en materia de eficiencia energética.

En el diagnóstico realizado en esta tesis, utilizó un método de autoevaluación de eficiencia energética denominado: “herramienta para la gestión de energía y efecto invernadero” (energy and greenhouse management toolkit), desarrollado por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey, el cual propone un cuestionario para establecer el perfil de compromiso en las empresas metal mecánicas (Cavazoz Sánchez, 2009). La determinación del perfil de compromiso considera:

1. La política de administración de energía.
2. La organización.
3. Los sistemas de monitoreo y control.
4. Las Inversiones.
5. Comunicación.

Si una empresa cuenta con políticas de administración de la energía, planes de acción, registros de consumo energético y promoción de la eficiencia energética, se coloca en el 5 nivel de compromiso. Cuando esto no existe dentro de la empresa, se coloca en el nivel 0.

Para aplicar este cuestionario en la empresa metal mecánica estudiada, se realizaron recorridos en piso y se entrevistó al encargado de mantenimiento. Los resultados se muestran en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7.** Cuestionario de evaluación para establecer el perfil organizacional energético.

<b>Cuestionario para establecer perfil organizacional energético</b>	<b>Respuesta</b>
<b>En tema de política de administración de energía</b>	
1. ¿Cuentan con una política de ahorro de energía conocida por todos?	No
2. ¿Se tiene una política de energía revisada por los directivos?	No
3. ¿Se han realizado auditorías internas de los programas de administración de la energía?	No
4. ¿Se han desarrollado planes para mejorar el desempeño de consumo de energía?	No
5. Cuando se hacen evaluaciones, ¿se recolecta información sobre los aspectos nuevos definidos con respecto a la energía, el desempeño de la energía basado en la información de monitoreo, una evaluación con respecto a indicadores clave registrados, cumplimiento con requerimientos legales, o alguna otra?	No
6. En el caso de no conformidad, ¿las causas son investigadas?	No
7. En el caso de no conformidad, ¿acciones preventivas/correctivas son llevadas a cabo?	Si
<b>En tema de organización</b>	
8. ¿El personal tiene responsabilidades y autoridad en cuanto a la administración de energía?	No
9. ¿Cómo se delega la responsabilidad de la administración de energía?	No se delega
10. ¿Sobre quién recae la responsabilidad en el tema de energía?	Compras
<b>En tema de sistemas de monitoreo y control</b>	
11. ¿Cuentan con registros disponibles de consumo de energía?	Si
12. ¿Monitorean la información para mejorar el consumo de energía para cada proceso?	No
13. ¿Cuentan con indicadores financieros relacionados con el consumo de energía?	No
14. ¿Documentan los procedimientos e instrucciones relacionados con la administración de energía?	No
<b>En tema de inversión</b>	
15. ¿Cuentan con presupuesto para implementar y mejorar programas de administración de energía?	No
16. Cuando se adquiere o reemplaza maquinaria, ¿se toma en cuenta el consumo de energía?	No
17. ¿Qué criterios se utilizan al hacer estas inversiones? (monto de inversión/ retorno de inversión)	Monto de inversión
18. ¿Se lleva a cabo una evaluación por el desempeño y ahorro que el proyecto representa?	No
<b>En tema de comunicación</b>	
19. ¿Se informa a los empleados en el tema de eficiencia energética?	No
20. ¿Se comunica el desempeño en cuanto al consumo de energía en todos los niveles de la organización?	No
21. ¿Existen vías formales de comunicación en cuanto a la eficiencia energética?	No

Como resultado de la evaluación en la empresa estudiada se encontraron las oportunidades de mejora siguientes:

- a. Pese a que, si hay registros del consumo de energía, éstos se revisan sólo en el departamento de compras.
- b. Atender el tema de eficiencia energética de los diferentes equipos y de la empresa en general.
- c. Considerar la gestión de la energía en la planeación de la organización.
- d. Definir políticas o estructuras formales para la gestión de la energía.
- e. Operar programas de eficiencia energética.
- f. Definir indicadores de eficiencia en el consumo de energía.
- g. Nombrar a un responsable del uso eficiente de la energía.

Después de haber realizado el cuestionario y analizado las respuestas, se ubicó a la empresa objeto de estudio en el nivel 0 en cuanto a su compromiso con la eficiencia energética.

### **3.5. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE EMPRESA CASO DE ESTUDIO.**

De acuerdo a lo planteado en el subcapítulo 3.4.2, los aspectos ambientales significativos de la empresa estudiada son la generación de residuos y el consumo de energía eléctrica.

El problema de la generación de residuos no es un caso aislado de esta organización, pues diversos autores lo han evidenciado como uno de los problemas principales de la industria metal mecánica. Cabe mencionar que la generación no sólo se atribuye al proceso operacional, pues una cantidad importante de residuos se produce debido: a la falta de segregación de éstos; al desconocimiento de su clasificación y a la falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo.

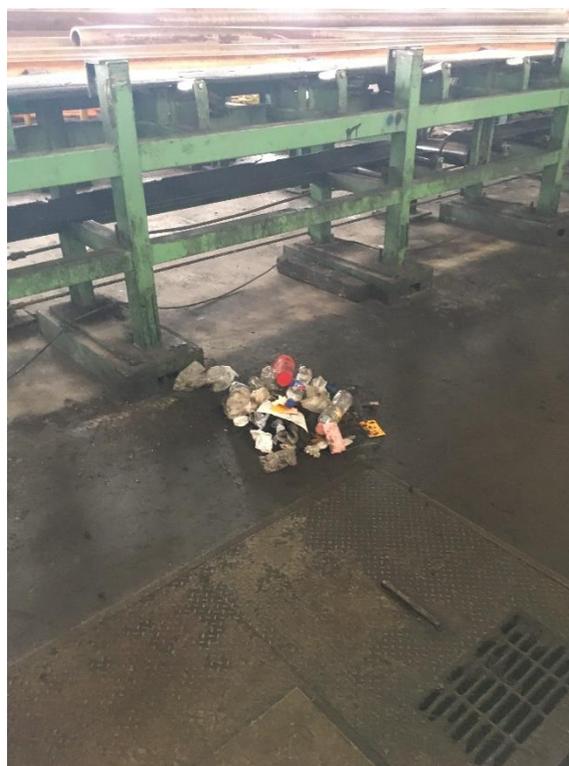
Por lo que se refiere al problema del uso eficiente de la energía, radica en la falta de registro y control de sus consumos energéticos, así como en la carencia de medidas que fomenten la eficiencia energética.

### 3.5.1. PROBLEMAS EN EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

El conocimiento escaso de los trabajadores en el manejo de los residuos (figuras 3.12 y 3.13), su poca sensibilización del problema ambiental que representan, así como la falta de medidas apropiadas en la manipulación de las sustancias químicas que se utilizan, llevan a una generación importante de sólidos impregnados con hidrocarburos que, luego de su uso, se convierten en residuos peligrosos.



**Figura 3.12.** Residuo fuera de área de segregación.



**Figura 3.13.** Residuos en área de producción.

Como se observa en las figuras 3.12 y 3.13, los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se mezclan con diversos hidrocarburos, terminan por convertirse en residuos peligrosos.

### 3.5.2. PROBLEMAS EN EL CONSUMO DE ENERGÍA.

El uso de energía generada a partir de la quema de hidrocarburos implica el consumo de recursos naturales no renovables y la generación de residuos varios que se emiten al aire, agua y suelo. Las empresas que tienen consumos elevados de energía requieren de la implementación de sistemas de gestión que les ayuden a caracterizar sus usos de la energía y a definir estrategias de reducción, uso eficiente y mejora continua de su consumo energético (Acoltzi Acoltzi & Perez Rebolledo ).

En el caso de la empresa estudiada, la falta de un sistema de gestión de su energía, le ha impedido identificar las oportunidades de mejora en cuanto a su uso de la energía, por lo que no se tienen planes de ahorro, mejora de procesos, ni estrategias claras que disminuyan su impacto ambiental y ni los costos económicos de este importante insumo.

### 3.5.3. SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Con el objeto de identificar el área de la empresa con los aspectos e impactos ambientales más importantes, se procedió a elaborar, aplicar y analizar la matriz correspondiente (Figura 3.11). La tabla 3.8 muestra la cantidad de impactos ambientales significativos que se pueden producir por las actividades que se desarrollan en cada área de la empresa estudiada.

**Tabla 3.8.** Impactos ambientales significativos por área de producción.

Área	Frecuencia de significancia
Fundición	18
Prensa-laminador	25
Latón I y II	24
Cascada-Blocks	8
Cast and roll	12
Líneas finales	9
Conexiones	3

Se observa que el área de prensa-laminador presenta el número más alto de impactos ambientales significativos que pueden producirse (con 25), como resultado de las actividades que ahí se llevan a cabo.

Dado que en la matriz de aspectos e impactos ambientales (Figura 3.11) se identificó a la generación de residuos como una problemática importante de la empresa, se procedió a realizar una revisión de la bitácora del almacén temporal, con el propósito de conocer la generación de residuos peligrosos en las diferentes áreas de la empresa. Los resultados se muestran en la tabla 3.9.

**Tabla 3.9.** Generación de residuos peligrosos por área.

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total, kg
Prensa-Laminador	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	86328	64638	78997	46656	0	0	276619
Latón I-Especialidades	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1625	1245	870	3089	0	0	6829
Latón II-Condensador	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3668	0	5912	11278	0	0	20858
Cast & Roll	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3265	1507	3082	6649	0	0	14503
Cascada-Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6888	5141	2413	11655	0	0	26097
Conexiones-Capilar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2146	609	0	11631	0	0	14386
Líneas Finales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2745	2136	2276	1658	0	0	8815
Servicios Generales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14540	23645	42982	21496	0	0	102663
Fundición	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1311	0	230	11264	0	0	12805
Almacén General	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	145	1187	0	0	1332
Laboratorios	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	0	0	0	0	0
Total, kg	0	0	0	0	0	0	122516	98921	136907	126563	0	0	484907

Los datos de la tabla 3.9 señalan al área de prensa-laminador como la de mayor generación de residuos peligrosos, con un total de 276.6 toneladas/año.

Cabe señalar que, al inicio de la estancia de investigación en la empresa, el encargado del departamento de control ambiental precisó que la investigación a realizar debía centrarse en el área de prensa-laminador, ya que ésta era la que generaba los problemas ambientales más importantes.

Al coincidir la evaluación realizada (Tablas 3.8 y 3.9) con lo sugerido por la empresa, se seleccionó al área de prensa-laminador como el centro para la caracterización ambiental de este estudio y la definición de oportunidades de mejora.

### **3.6. JUSTIFICACIÓN.**

Dentro de las industrias se desarrollan procesos complejos que, además de los productos deseados, generan también subproductos que se convierten en residuos peligrosos, emisiones atmosféricas y descargas de aguas residuales. Cuando éstos no se manejan de manera adecuada, ni se les trata para disminuir o eliminar sus propiedades contaminantes y se liberan al ambiente, pueden afectar a los ecosistemas (naturales o urbanos) y dañar a los organismos y a las personas.

Ante la creciente preocupación y presión de la sociedad para regular la problemática ambiental de origen industrial, los gobiernos y organizaciones diversas han desarrollado: políticas, normas, programas, etc., para prevenir, controlar y mitigar las afectaciones que las industrias pueden causar al ambiente.

Desde la década de los 70's, cada vez más industrias invierten en mejorar su desempeño ambiental. En el caso de la empresa estudiada, a través de la implementación de un sistema de gestión ambiental basado en la norma internacional ISO 14001:2015, busca hacer compatible su actividad productiva con el cuidado del ambiente.

La presente investigación tiene por objeto colaborar en la identificación, revisión y propuesta de actividades de mejora que permitan a la empresa metal mecánica estudiada, disminuir el impacto negativo al ambiente y mantener su certificación ante la norma ISO 14001:2015.

### **3.7. OBJETIVOS**

#### **Objetivo general.**

Analizar y definir elementos de innovación para la mejora del sistema de gestión ambiental en una empresa del ramo metalmeccánica.

#### **Objetivos particulares.**

1. Caracterizar los aspectos ambientales y el sistema de gestión ambiental de la empresa objeto de estudio.
2. Identificar oportunidades de mejora al sistema de gestión ambiental de la empresa estudiada.
3. Proponer la aplicación de metodologías que mejoren la operación del sistema de gestión ambiental de la empresa, y favorezcan el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

### **3.8. METODOLOGÍA.**

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó el ciclo PHVA de mejora continua también conocido como ciclo Deming (planear, hacer, verificar y actuar). Esta herramienta de gestión fue desarrollada en los años 50 por el estadístico estadounidense Edward Deming (Isotools, 2015)..

Recientemente, la familia de las normas ISO integró este modelo a sus certificaciones, con el fin de rectificar su compromiso con la prevención y reducción de la contaminación que se genera durante los procesos productivos de las empresas. Además, ayuda a dar cumplimiento a la legislación ambiental aplicable y promueve la utilización de técnicas para la mejora continua de aquellas actividades que tienen relación con el ambiente (Murcia Ramírez & Barrera Ángel, 2016).

A continuación, se explica en qué consiste cada una de las etapas y su función dentro del presente trabajo de investigación.

### **3.8.1. PLANIFICAR.**

Como primer punto, se realiza un diagnóstico ambiental de la empresa y, en su caso, del sistema de gestión ambiental en operación, para posteriormente proponer acciones y planes de mejora que procuren la competitividad y compatibilidad de la actividad productiva con el ambiente (Murcia Ramírez & Barrera Ángel, 2016). En esta etapa se llevan a cabo la caracterización e identificación de los aspectos ambientales.

#### **3.8.1.1. Caracterización.**

El reconocimiento de la práctica operativa de la empresa permite: analizar los procesos y actividades que se realizan, identificar sus insumos, conocer la maquinaria empleada, su fuente de alimentación energética, etc. Para llevar a cabo la caracterización, se realizaron actividades como:

1. Revisión de documentos: manuales, procedimientos, informes, etc.
2. Recorridos a los diferentes departamentos de la planta.
3. Entrevistas a los responsables y trabajadores de piso de los diferentes departamentos de la planta (UDN).
4. Observación de métodos de trabajo empleados por los trabajadores.

#### **3.8.1.2. Identificación de aspectos ambientales.**

Con la información obtenida, se procedió a identificar los aspectos ambientales de los diferentes procesos y acciones que se llevan a cabo en la empresa. Se recuperó información relacionada con:

1. Residuos generados (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos).
2. Emisiones atmosféricas.
3. Consumo energético.
4. Consumo de agua y generación de aguas residuales.
5. Requerimientos legales que aplican a las actividades desarrolladas por la empresa.

Con fines de compilación de la información y de análisis de ésta, se elaboró también una matriz de aspectos e impactos ambientales (Figura 3.11). La aplicación de criterios de

evaluación, permitió identificar a los aspectos ambientales significativos, a los que se debía dar mayor atención. También se realizaron análisis FODA, con el fin de conocer las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en las actividades de gestión ambiental que lleva a cabo la empresa.

### **3.8.2. HACER.**

Luego de haber identificado: la situación actual, los procesos operacionales, los aspectos ambientales y la legislación aplicable; se procedió a:

1. Seleccionar aspectos ambientales significativos.
2. Caracterizar los problemas asociados a los aspectos ambientales significativos.
3. Definir las áreas de estudio.
4. Determinar las condiciones de operación del área seleccionada.
5. Formular y plantear propuestas de mejora (tomando en cuenta lo señalado por la política y los objetivos ambientales de la organización).

### **3.8.3. VERIFICAR.**

Para definir e implementar una propuesta de mejora, es necesario realizar evaluaciones que permitan detectar las oportunidades de mejora en la aplicación de la política, objetivos o programas ambientales. Para ello, la empresa debe:

1. Crear un comité ambiental encargado de desarrollar y realizar las evaluaciones.
2. Establecer las responsabilidades del personal involucrado en la mejora del sistema de gestión ambiental.
3. Determinar la frecuencia para la realización de evaluaciones.
4. Informar las no conformidades, definir un plan de acción y los responsables de llevarlo a cabo, así como establecer un plazo para su cumplimiento.

En la creación del comité ambiental deberán involucrarse los departamentos de: mantenimiento, seguridad, manufactura esbelta y control ambiental; a fin de favorecer el éxito de las mejoras a implementar.

Mantener toda la información documentada ayudará a controlar el cumplimiento de los procedimientos de mejora.

#### **3.8.4. ACTUAR.**

En esta investigación, la etapa de actuar consistió en la propuesta de procedimientos para la mejora del SGA de la empresa, con el objeto de reducir los aspectos ambientales negativos y sus impactos ambientales asociados, y mantener las mejoras planteadas. Éstas deberán ser revisadas por la alta dirección.

## ***CAPITULO 4: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA EMPRESA ESTUDIADA.***

El conocimiento, concientización y presión de la sociedad respecto a los problemas ambientales derivados del sector industrial, han obligado a las empresas a adoptar instrumentos de gestión a favor del cuidado ambiental, a la par que satisfacen las necesidades económicas de las partes involucradas. Estas herramientas se han convertido en un recurso clave en el desarrollo de medidas para mitigar y solucionar los problemas ambientales relacionados al crecimiento industrial.

Dentro de estos instrumentos se encuentra el sistema de gestión ambiental (SGA), el cual ayuda a las organizaciones a plantearse objetivos y definir programas ambientales de una manera: sistemática, planificada y documentada.

El SGA tiene por objetivos principales: reducir el impacto que el desarrollo de las actividades de una organización supone sobre el ambiente, y cumplir con la legislación ambiental aplicable.

En el SGA se definen responsables de acciones y procedimientos. El cumplimiento de los objetivos planteados para reducir el impacto ambiental de sus actividades pasa por evaluaciones periódicas y la identificación de oportunidades de mejora.

Este capítulo tiene por objetivo analizar la forma en la que el sistema de gestión ambiental se ha desarrollado en la empresa. Para esto, se observó la dinámica de comunicación y trabajo, y la política ambiental de la organización. Además, se realizaron diversos análisis FODA con el fin de determinar con mayor precisión la situación real de la empresa.

## **4.1 EVALUACIÓN DEL MODELO DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.**

A pesar de que las empresas invierten una cantidad importante de recursos en la implementación de su sistema de gestión ambiental, no necesariamente obtienen resultados positivos.

El diseño inadecuado, la implementación deficiente, la falta de recursos para la ejecución de los programas, su aislamiento del resto de las actividades de la organización, son factores críticos que impactan la eficiencia del sistema de gestión ambiental (NDEMS, 2003). Otro error común es la falta de continuidad en la realización de acciones de mejora continua lo que resulta en sistemas no sostenibles (Manya Gutiérrez, 2014),.

El periodo de análisis del sistema de gestión ambiental de la empresa estudiada fue de septiembre del 2019 a febrero del 2020. La evaluación permitió conocer sus fortalezas y debilidades, permitiendo enfocar las propuestas de mejora aplicables.

### **4.1.1. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN.**

Uno de los aspectos principales en la actualización de ISO 14001:2015 es que la alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con el sistema de gestión ambiental y encargarse de elaborar la política y los objetivos ambientales. Éstos deberán ser compatibles con la dirección estratégica y el contexto de la organización.

En una organización, la definición de las responsabilidades de cada trabajador ayuda a optimizar el uso de los recursos materiales, financieros, tecnológicos y humanos (García I. , 2018). Lo anterior (López López, 2014).

La figura 4.1 muestra el diagrama de organización de la empresa metal mecánica estudiada.

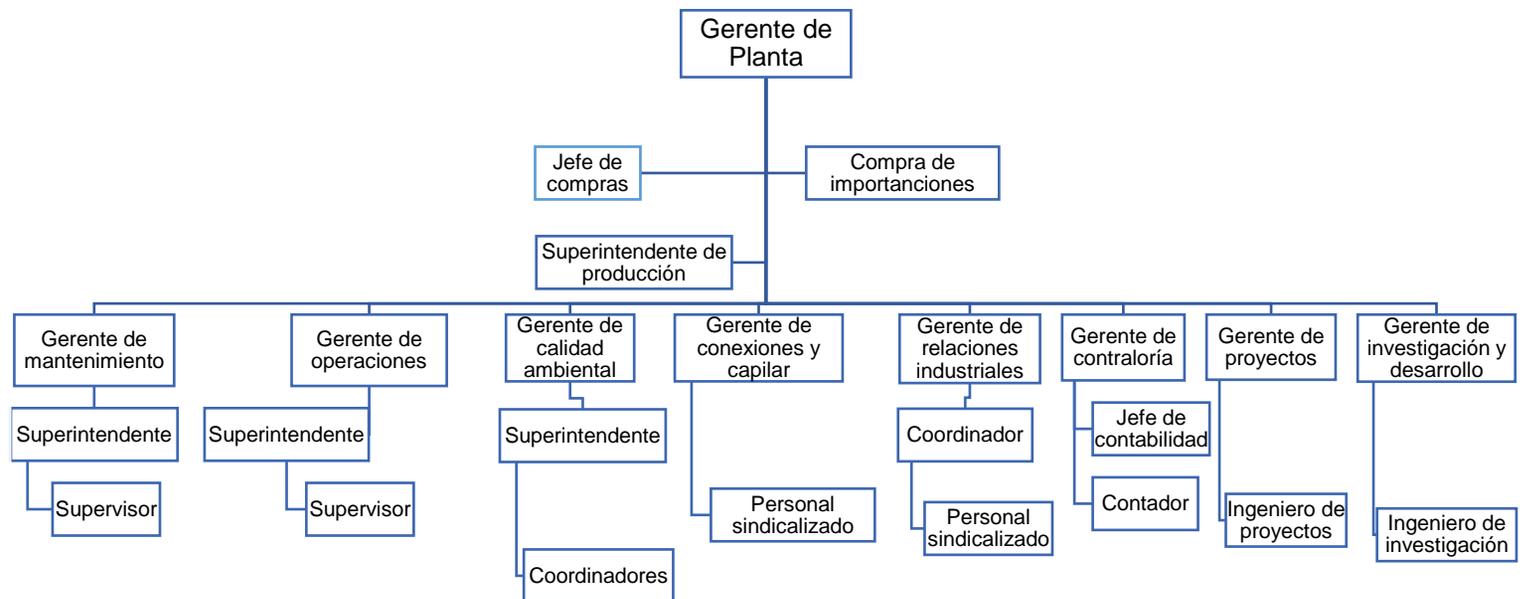


Figura 4.1. Organigrama de empresa estudiada.

#### **4.1.1.1. Dinámica de comunicación.**

Mantener una dinámica de comunicación efectiva entre los trabajadores es un punto clave para el funcionamiento adecuado de las actividades en una empresa. Saber con quién acudir ante cada suceso evitará la pérdida de tiempo y fuga de responsabilidades, de tal manera que, en caso de ocurrir alguna anomalía, ésta será controlada en el momento y las condiciones adecuadas.

Como parte de la comunicación se requiere que todo el personal operativo de la planta esté capacitado en cuanto a sus actividades y conozca la relación de éstas con el sistema de gestión ambiental de la empresa.

En el análisis realizado al funcionamiento del sistema de gestión ambiental de la empresa estudiada se identificaron áreas de oportunidad en la comunicación y difusión de acciones entre los trabajadores de los diferentes niveles de organización (Figura 4.1). Esta situación ha provocado que las medidas de prevención, preparación y respuesta a emergencias se ejecuten de manera tardía e imprecisa, lo que puede resultar en impactos ambientales y organizacionales graves.

Un ejemplo de esto, que se mencionó en el capítulo anterior, es la segregación deficiente de los residuos que provoca un incremento sustancial en la cantidad total de residuos peligrosos que genera la empresa. La capacitación adecuada de los trabajadores en temas de manejo de residuos podría disminuir la generación de éstos.

#### **4.1.1.2. Dinámica de trabajo.**

Es obligación de la organización establecer objetivos y metas para el control de sus aspectos ambientales significativos, además deberá revisar periódicamente el SGA, a fin de asegurar su funcionamiento.

El departamento de control ambiental, en conjunto con los gerentes de otras áreas productivas de la empresa estudiada, realizan periódicamente auditorías internas, en las que se evalúa el cumplimiento de la legislación ambiental durante las actividades que se realizan.

#### **4.1.2. CONOCIMIENTO DE ACTIVIDADES.**

Conocer los diferentes procesos y las actividades que se realizan en cada uno de ellos permite identificar de forma adecuada los aspectos e impactos ambientales. La valoración de éstos lleva a priorizar la definición y realización de acciones a desarrollar dentro del sistema de gestión ambiental.

En el estudio realizado en la empresa se identificó que, a pesar de que el personal operativo conocía las actividades y los protocolos ambientales que debían desarrollarse en cada proceso, el incumplimiento de éstos era frecuente.

#### **4.1.3. CUMPLIMIENTO DE LEGISLACIÓN.**

El departamento de control ambiental de la empresa estudiada es el encargado de identificar los requerimientos legales, aplicables a sus actividades, y de darles seguimiento a sus actualizaciones constantes, a fin de definir las acciones precisas que se deben llevar a cabo, y vigilar su realización efectiva, para evitar incumplimientos y sanciones por parte de las autoridades correspondientes.

Si bien se sabe que el enfoque preventivo reditúa mejores beneficios que el correctivo, en el caso de la empresa estudiada se observó que, lamentablemente, ésta soluciona muchos de sus problemas ambientales, luego que éstos se producen. Como ejemplo se tiene el caso de la generación y manejo de los residuos, cuya “solución principal” ha sido contratar empresas prestadoras de los servicios de recolección, tratamiento y disposición final, sin atender de manera conveniente las acciones de prevención de la generación, segregación y almacenamiento interno adecuados de los residuos.

Dicho lo anterior, es importante que la empresa estudiada no pierda de vista el pensamiento de mejora continua que conlleva la implementación de un SGA; es decir, no basta únicamente con cumplir la legislación y estar dentro del marco de los límites máximos permisibles; se debe actuar de forma tal que sus impactos ambientales se reduzcan periódicamente.

#### **4.1.4. POLÍTICA AMBIENTAL.**

La política ambiental de una organización es el documento a partir del cual se define el sistema de gestión ambiental. Su cumplimiento orienta las medidas a implementarse en todos los niveles de la organización. De acuerdo a norma ISO 14001 y el Reglamento EMAS, una política ambiental debe reunir las características básicas siguientes:

1. Ser apropiada a las actividades que se llevan a cabo en la empresa objeto de aplicación, y a los impactos ambientales asociados a las mismas.
2. Incluir un compromiso de mejora continua y de prevención de la contaminación.
3. Incluir la obligatoriedad de cumplir con la legislación ambiental vigente.
4. Proporcionar el marco para establecer y revisar los objetivos y metas ambientales creadas.

La política de la empresa estudiada, menciona su compromiso con el cumplimiento de las necesidades y expectativas establecidas por los clientes, partes interesadas y requisitos legales aplicables, esto lo hace por medio de:

1. La protección al medio ambiente.
2. La prevención de la contaminación y el uso de los recursos naturales de forma sustentable.

Si bien, la empresa no cuenta con una política ambiental, sí incluye este tema en su política general. Sin embargo, al compararla con lo que establece la ISO 14001:2015, quedó en evidencia que para su desarrollo no se tuvo consideración de: los principios de mejora continua, el establecimiento de objetivos ambientales coherentes y las características de operación. Es decir, la política sí menciona la protección al ambiente, pero no señala cómo lo logrará.

Para difundir su política, la empresa colocó lonas en el área de piso de producción; elaboró trípticos y utilizó pantallas de televisión. En la investigación realizada se advirtió que el mensaje no llegó de manera efectiva a muchos trabajadores, ya que desconocían o conocían sólo parcialmente dicha política, o bien no la entendían bien.

#### 4.1.5. ANÁLISIS FODA.

Para identificar de mejor manera las oportunidades de mejora al sistema de gestión ambiental, fue necesario realizar primeramente una revisión de la situación actual de la empresa respecto a su relación con el ambiente y el nivel de cumplimiento de la normativa aplicable. Para ello se efectuó un análisis FODA (figura 4.2).

Interno	Externo
<p><b>Fortalezas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Certificación en ISO 14001 y 9001.</li> <li>2. Capacitaciones a empleados.</li> <li>3. Clima laboral agradable.</li> <li>4. Instalaciones amplias.</li> <li>5. Personal con experiencia laboral.</li> <li>6. Implementación de lean manufacturing.</li> </ol>	<p><b>Oportunidades:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crecimiento del mercado laboral.</li> <li>2. Variedad de productos.</li> <li>3. Lograr certificaciones de calidad.</li> <li>4. Posicionamiento de manufactura mexicana.</li> </ol>
<p><b>Debilidades:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enfoque en cantidad y no calidad.</li> <li>2. Capacitaciones deficientes.</li> <li>3. Personal operativo no actualizado.</li> <li>4. Generación excesiva de residuos.</li> <li>5. Falta de presupuesto.</li> <li>6. Fuga de responsabilidades.</li> </ol>	<p><b>Amenazas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incremento de costo de materia prima.</li> <li>2. Tratados internacionales.</li> <li>3. Incumplimientos a la normativa ambiental</li> <li>4. Falta de competitividad respecto de otras empresas.</li> <li>5. Variaciones en el mercado de productos (falta de innovación)</li> </ol>

**Figura 4.2.** Matriz FODA a empresa objeto de estudio.

Como se observa en la matriz, la empresa cuenta con personal experimentado; sin embargo, la capacitación deficiente que reciben actúan como una limitante en el mejor desempeño de los trabajadores, respecto al SGA.

El buen clima laboral dentro de la empresa es un elemento importante para mejorar la productividad. Sin embargo, se debe cuidar que el compañerismo que existe entre los supervisores y el personal operativo, no resulte en una revisión deficiente de los procesos, que disminuya la calidad de los productos y servicios dentro de la empresa.

Algunas áreas de las instalaciones amplias que tiene la empresa se pueden acondicionar y aprovechar como salas de capacitación para enseñar la teoría de diferentes procesos, ya que actualmente esto se hace en las áreas de producción, en donde las máquinas que

están en operación emiten ruidos y vibraciones que dificultan el proceso de comunicación entre el capacitador y los trabajadores.

#### 4.1.5.1. Análisis FODA en materia de residuos peligrosos.

Anteriormente se identificó a la generación de residuos como uno de los aspectos ambientales más significativos de la organización, por lo que se consideró oportuno realizar un análisis FODA referente a este tema. Para su elaboración se: revisaron las bitácoras del almacén temporal, se efectuaron recorridos en piso y se entrevistó a los trabajadores, para evaluar su grado de conocimiento en cuanto a la prevención de la generación y al manejo de los residuos generados. La figura 4.3 muestra los resultados.

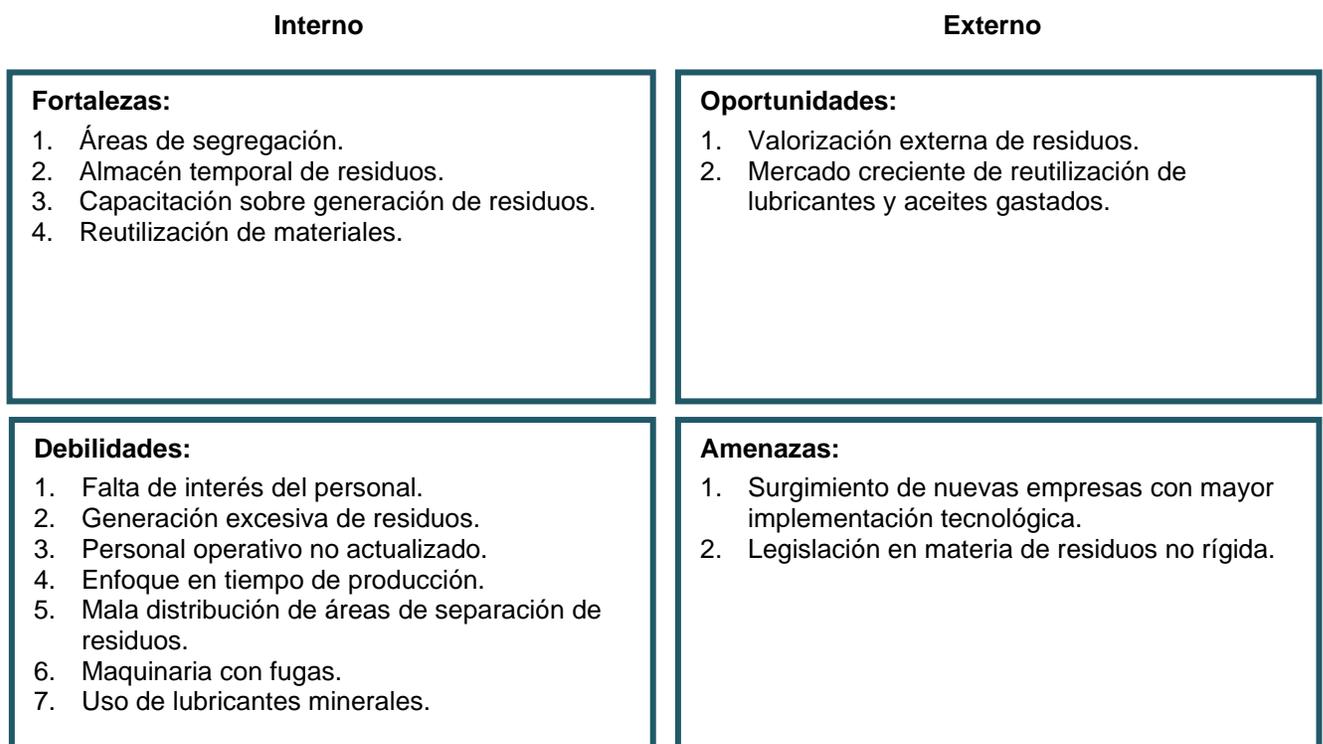


Figura 4.3. Análisis FODA en materia de residuos.

A pesar de que al personal operativo se le capacita en el manejo de los residuos sólidos y líquidos, los resultados no son los esperados, ya que la mezcla de residuos de diferente tipo es frecuente; la falta de orden y limpieza hace incluso que diversos materiales se conviertan en residuos, sin siquiera haber sido utilizados.

Otro aspecto encontrado es que los contenedores para la segregación y el almacenamiento temporal de los residuos se encuentran en lugares poco accesibles.

Esto da como resultado que muchos trabajadores depositen sus residuos en el primer contenedor que encuentran, sin considerar si el contenedor es o no el adecuado para el tipo de residuo que ahí va a disponer.

De acuerdo con lo comentado por los trabajadores, otro problema que se da en el área de prensa-laminador (que trabaja 24 horas diarias), es que, a fin de cumplir con la demanda de producción, para ahorrar tiempo, muchos de ellos comen su lonche en sus áreas de trabajo y la basura que generan la colocan en los contenedores de los residuos peligrosos o en el suelo, en donde se revuelven con aceites y otras sustancias químicas. Esto resulta en una mezcla inapropiada y en una sobre-generación de residuos peligrosos.

#### **4.1.5.2. Análisis FODA en materia de energía.**

De acuerdo con la investigación realizada, en la empresa son pocas las acciones que se realizan para conocer y administrar de mejor manera el consumo de la energía que se obtiene de la quema de carbón, gas natural y de la red eléctrica de CFE. Además de la aplicación de un cuestionario para determinar el perfil de la organización en cuanto al uso de la energía y a su eficiencia energética, se realizó un análisis FODA (figura 4.4) a fin de identificar las acciones y medidas a implementar.

Interno	Externo
<p><b>Fortalezas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Interés por parte de empresa en optimizar su consumo de energía.</li><li>2. Existe suficiente información sobre consumos de energía</li><li>3. Aprovechamiento de luz solar para la iluminación de áreas operativas.</li></ol>	<p><b>Oportunidades:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Creación de programas de canalización de recursos y apoyo a proyectos de energía.</li><li>2. Creación de políticas de reducción de factura.</li><li>3. Apoyo a programas de eficiencia energética.</li></ol>
<p><b>Debilidades:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Falta de presupuesto para proyectos de uso eficiente de la energía.</li><li>2. Poco acceso a tecnologías nuevas.</li><li>3. Consumo elevado de energía eléctrica.</li><li>4. Maquinaria trabajando las 24 hrs.</li><li>5. Falta de concientización en ahorro energético.</li><li>6. No se han llevado a cabo acciones para mejorar la eficiencia energética.</li><li>7. Enfoque en tiempo de producción.</li></ol>	<p><b>Amenazas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Empresas más eficientes en temas de energía.</li><li>2. Otras empresas que sí aprovechan apoyos en programas para el ahorro de energía.</li><li>3. Freno a promoción de energías renovables.</li><li>4. Clientes que solicitan acreditaciones ambientales para comprar productos.</li><li>5.</li></ol>

**Figura 4.4.** Análisis FODA en materia de energía.

Los procesos de fundición y el tipo de maquinaria y equipo que opera la empresa estudiada, implican un consumo elevado de energía, tanto de combustibles fósiles (carbón y gas natural) como de electricidad.

De acuerdo con la investigación realizada, se identificó que el personal del departamento de mantenimiento es insuficiente para llevar a cabo de manera conveniente el gran número de trabajos que se requieren. Así, se labora un con enfoque correctivo y no preventivo para solucionar los problemas que presentan los diferentes equipos. A esto se suma que la mayor parte de la maquinaria es antigua y al funcionar las 24 horas del día, frecuentemente se sobrecalienta o falla, provocando paros totales en la producción. E resultado final son costos de producción elevados.

A pesar de esto, es necesario que la empresa estudiada muestre un interés mayor en el desarrollo de programas para mejorar su eficiencia energética.

Dentro de los puntos a resaltar se encuentra el aprovechamiento de la luz solar por medio de tragaluces, los cuales iluminan las naves de producción la mayor parte del día, y reducen el tiempo de consumo de energía de las lámparas eléctricas.

## ***CAPÍTULO 5: PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA EMPRESA.***

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, con el fin de administrar efectiva y eficientemente las actividades, los productos y servicios de una organización, que tienen o pueden tener un impacto sobre el ambiente. El SGA debe llevar a las organizaciones a tener un mejor desempeño ambiental, a ser más eficientes y eficaces en el uso de sus insumos; los resultados se reflejan también en una mayor competitividad.

Uno de los elementos clave para el éxito del SGA se encuentra en la “mejora continua”, que hace referencia a la aplicación de metodologías para adquirir beneficios sistemáticos y cuantificables.

En este capítulo se presentan las propuestas de mejora destinadas al área de prensa-laminador. Como primer punto de mejora se plantea la planificación y asignación de responsabilidades de la empresa en general.

Las propuestas que aquí se presentan se pueden replicar en otras áreas de la empresa y, en general, en otras industrias con características similares.

### **5.1. PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y RESPONSABILIDADES.**

Para alcanzar el éxito en la implementación de las propuestas de mejora de un sistema de gestión ambiental, se requiere de una estructura organizativa en la que las funciones y responsabilidades de cada miembro implicado estén perfectamente definidas y documentadas.

A fin de favorecer la participación de los diferentes departamentos y actores de la empresa, se debe crear un comité ambiental que defina, coordine, vigile el cumplimiento y evalúe el funcionamiento de las medidas de mejora. El comité deberá incluir a las personas de las diferentes áreas de la empresa que cuenten con conocimientos

ambientales; y se contará también con un programa de capacitación, a fin de que sus miembros puedan asesorar a los demás trabajadores, y se logre una participación general, con conocimiento y conciencia para la mejora continua de la situación ambiental de la empresa.

Entre otras actividades, el comité ambiental estará encargado de:

1. Identificar, evaluar y revisar periódicamente los aspectos e impactos ambientales que tiene la empresa.
2. Planificar y desarrollar actividades de capacitación y sensibilización ambiental a los trabajadores.
3. Detectar no conformidades y emprender las acciones preventivas o correctivas para eliminar, la o las causas que la originan.
4. Informar a los trabajadores de nuevo ingreso: la política, objetivos y metas ambientales de la empresa.
5. Mantener una comunicación directa con los tomadores de decisiones de la empresa y proponerles el desarrollo de las acciones necesarias que requiere el SGA.
6. Definir, coordinar, vigilar el cumplimiento y evaluar el funcionamiento de las medidas de mejora del SGA.
7. Identificar la maquinaria que, por su funcionamiento incorrecto o falta de mantenimiento, pudiera generar un impacto negativo sobre el ambiente. Una vez que la ha identificado, deberá comunicarse con el departamento de mantenimiento y en conjunto, elaborar un plan de acción.
8. Identificar puntos de emisión de contaminantes atmosféricos y planificar las mediciones a la maquinaria. Deberá tomar en cuenta los requerimientos legales, así como cualquier otro que se estime oportuno.
9. Llevar un registro del consumo de energía por área y maquinaria.
10. Coordinar y colaborar en las actividades propias de las auditorías ambientales que se desarrollen.

### **5.1.1. MANUAL DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y RESPONSABILIDADES.**

Como apoyo para el sistema de gestión ambiental se propone la elaboración de un manual de la estructura organizativa y responsabilidades en temas ambientales, que favorezca el involucramiento de todos los departamentos y del personal de la empresa. Se propone el contenido capitular siguiente:

1. Introducción.
2. Información general de la actividad.
  - 2.1. Documentación del SGA.
3. Documentación vigente del SGA.
4. Estructura y funciones.
  - 4.1. Organización y funciones.
5. Política ambiental.
6. Objetivos, metas y programa de gestión.
  - 6.1. Aspectos ambientales.
  - 6.2. Identificación y cumplimiento de requisitos legales.
  - 6.3. Formación y sensibilización.
  - 6.4. Comunicación.
7. Control de actividades.
  - 7.1. Planes de emergencia.
  - 7.2. No conformidad, acciones preventivas y correctivas
  - 7.3. Evaluaciones ambientales.

Revisión por la dirección.

Anexo I: Glosario.

Anexo II: Acrónimos.

### **5.1.2. CONSIDERAR LA OPINIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

La identificación de las oportunidades de mejora a los diferentes procedimientos debe considerar la opinión de los operadores, y en general de los trabajadores. Sus ideas deberán registrarse en hojas de verificación o listas de comprobación.

Los responsables de la elaboración de los procedimientos verificarán y tomarán en cuenta las propuestas pertinentes. Esta acción se considerará en todo el proceso de mejora continua.

### **5.1.3. PLAN DE FORMACIÓN.**

La información documentada que surja a partir de la elaboración o modificación de los procedimientos, debe ser conocida y comprendida por todo el personal involucrado, por lo que deberá:

- a) Estar fácilmente localizable.
- b) Ser revisada periódicamente.
- c) Eliminarse cuando esté obsoleta.

Para lograr la difusión de la documentación, se recomienda entregar una copia de los documentos (manuales, procedimientos, instrucciones técnicas, etc.) a los encargados cada área, quienes serán responsables de mantener y difundir la información a los trabajadores.

### **5.1.4. AUDITORÍAS INTERNAS.**

Se realizarán auditorías ambientales para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos, metas y política ambiental, así como de las acciones de mejora. Al finalizar la auditoría ambiental, los encargados harán un informe de los resultados, al departamento de control ambiental, el cual verificará la información y determinará las acciones de mejora más convenientes.

Los resultados de estas evaluaciones permiten conocer el estado y nivel de desempeño del sistema de gestión ambiental. En los casos necesarios se hacen los ajustes correspondientes, de forma tal que el SGA se actualiza y mejora continuamente.

## **5.2. PROPUESTA DE MEJORA EN MATERIA DE RESIDUOS.**

La problemática que deriva de la falta de información del personal operativo en cuanto al manejo de sustancias y la generación de residuos afecta, de manera general, a muchas empresas. Los impactos ambientales que se producen en consecuencia afectan al agua, suelo, aire y a los organismos expuestos a estos tipos de contaminación.

Para prevenir y mitigar los impactos ambientales que resultas de la generación excesiva de residuos, se plantean las propuestas siguientes:

1. Elaborar procedimientos de manejo adecuado de los residuos en la planta.
2. Desarrollar talleres de capacitación para los empleados relacionados con los diferentes procedimientos, en temas de identificación, separación, almacenamiento in situ y resguardo temporal en los almacenes de residuos. La realización constante de estas prácticas creará en los empleados una nueva cultura ambiental.
3. Evaluar el desempeño de las diferentes áreas de la empresa en relación al manejo de los residuos y tomar las medidas de mejora continua que sean necesarias.

A continuación, se muestran propuestas para: las evaluaciones (figura 5.1), hojas de verificación (figura 5.2) y procedimientos a desarrollar (figura 5.3).

<b>Nombre de la organización:</b>			
<b>Puesto de Trabajo:</b>			
<b>Realizada por:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
1. ¿Conoce todos los residuos peligrosos y no peligrosos que genera su actividad dentro de la empresa?			
2. ¿Conoce la cantidad anual de residuos peligrosos y no peligrosos que su área genera?			
3. ¿Sabe cómo clasificar los residuos que genera?			
4. ¿Conoce las características de peligrosidad (toxico, corrosivo, reactivo y/o inflamable) de los residuos peligrosos que genera?			
5. ¿Almacena por separado los residuos peligrosos de los no peligrosos?			
6. ¿Sabe si sus residuos peligrosos son incompatibles entre sí?			
7. Los residuos que son incompatibles entre sí, ¿los almacena por separado?			
8. ¿Los contenedores de residuos peligrosos de su área están identificados con el nombre, clase de riesgo, origen, código de identificación y fecha de generación?			
9. ¿Los contenedores de residuos peligrosos que hay en su área no rebasan el 80% de su capacidad de almacenamiento, entre cada recogida o retiro?			
10. Las zonas donde almacena sus residuos peligrosos ¿disponen de un sistema de contención para controlar eventuales derrames?			
11. ¿Sabe cómo actuar en caso de derrames, incendios u otros incidentes que se presenten en su área?			
<b>Observaciones generales:</b>			

**Figura 5.1.** Evaluación al personal en materia de manejo de residuos peligrosos.

<b>Separación en la fuente</b>	<b>Fecha de actualización:</b>
<b>Introducción:</b> Al manejar residuos peligrosos, es necesario tener en cuenta su potencial de reacción entre sí y las consecuencias que implica el mal manejo de éstos.	
<b>Descripción del Procedimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Segregar los residuos peligrosos, teniendo en cuenta su característica de peligrosidad.</li> </ul>	
<b>Actividades que lo producen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mantenimiento y limpieza de equipos utilizados dentro de la empresa.</li> <li>✓ Proceso de aplicación de ácidos, pinturas y lubricantes en piezas metálicas.</li> </ul>	<b>Impactos ambientales a manejar:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cambios en las características físicas y químicas del agua (lodo generado).</li> <li>✓ Contaminación del suelo.</li> <li>✓ Contaminación del aire.</li> </ul>
<b>Lugar de aplicación:</b> En cada uno de los puestos de trabajo.	<b>Tipo de medida:</b> Control.
<b>Tareas del Procedimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Los residuos peligrosos se deben separar según sus características de incompatibilidad.</li> <li>✓ Rotular y etiquetar correctamente los contenedores utilizados para depositar y acopiar de manera temporal los residuos peligrosos.</li> </ul>	
<b>Responsable de la ejecución:</b> Encargado del área.	
<b>Responsable del Seguimiento:</b> Supervisor de control ambiental.	
<b>Indicador de cumplimiento:</b> kg de residuo generado separado/kg de residuo total generado.	<b>Meta:</b> Separar el 90% de los residuos generados.

**Figura 5.2.** Hoja de verificación para separación de los residuos peligrosos en su fuente de generación.

<b>Identificación de residuos peligrosos.</b>		<b>Fecha de actualización</b> / /
<b>Introducción:</b> Los residuos peligrosos generados deberán identificarse correctamente, a fin de asegurar las acciones de manejo adecuado siguientes (almacenamiento, transporte, recolección y destino final).		
<b>Descripción del Procedimiento:</b> Reconocer las características de peligrosidad de cada uno de los residuos generados mediante pictogramas.		
<b>Actividades que lo producen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mantenimiento y limpieza de maquinaria utilizada.</li> <li>✓ Proceso de aplicación de ácidos y pinturas en productos no terminados.</li> </ul>	<b>Impactos ambientales a manejar:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cambios en las características físicas y químicas del agua (Lodos).</li> <li>✓ Disminución de la calidad del suelo.</li> <li>✓ Uso de recursos naturales.</li> </ul>	
<b>Tipo de medida:</b> Prevención	<b>Lugar de aplicación:</b> Áreas donde se desarrollan los diferentes procesos de producción.	
<b>Tareas del Procedimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar actividades generadoras de residuos peligrosos.</li> <li>✓ Identificar grado de peligrosidad del residuo/ sustancia generada.</li> <li>✓ Verificar incompatibilidad con otros residuos.</li> <li>✓ Disponer los residuos en el contenedor adecuado, etiquetado correctamente.</li> <li>✓ Enviar el contenedor al área de segregación de residuos.</li> </ul>		
<b>Responsable de la ejecución:</b> Encargado de área		
<b>Responsable del Seguimiento:</b> Encargado del departamento de control ambiental.		
<b>Indicadores de cumplimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Número de tambos o contenedores con residuos peligrosos etiquetados / número de tambos o contenedores con residuos peligrosos totales.</li> </ul>	<b>Metas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Etiquetar todos los contenedores para almacenamiento de residuos peligrosos generados en la empresa.</li> </ul>	

**Figura 5.3.** Procedimiento para la identificación de los tambos y contenedores de residuos peligrosos.

### 5.2.1. PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN.

Una cantidad considerable de los residuos peligrosos que se generan en la empresa tienen su origen en un manejo inadecuado de los residuos de manejo especial. Esto se debe en gran manera, a la falta de separación de los residuos de manejo especial, que se depositan en contenedores en los que hay residuos peligrosos.

Se pudo observar que el número de contenedores para colocar los residuos de manejo especial es insuficiente y también que debe mejorarse la ubicación de los contenedores existentes, a fin de acercarlos más a los sitios de generación. Uno de los problemas que

se presenta es que el personal que genera residuos de manejo especial no tiene contenedores de estos residuos, próximos a su área de trabajo, por lo que, por practicidad, los coloca en el contenedor más próximo que encuentra y que, por lo regular, es uno destinado al acopio de residuos peligrosos.

Así, una acción importante para prevenir y minimizar la generación de residuos peligrosos es el incremento y/o la redefinición de los sitios en donde se colocan contenedores de residuos de manejo especial. El nuevo acomodo deberá tomar en cuenta factores como el fácil acceso del personal y la conexión con distintas áreas de proceso de la empresa. Los sitios de almacenamiento in situ de residuos deberán contar con señalamientos que faciliten su identificación.

### **5.2.2. METODOLOGÍA DE LAS 5´S EN LA EMPRESA.**

De acuerdo con la bibliografía consultada, se identificó que la “Metodología 5´s” ha sido aplicada con éxito en diversas industrias, incluyendo las de la rama metal-mecánica, para minimizar la generación de residuos peligrosos. Se platicó entonces con el encargado del departamento ambiental de la empresa estudiada y se le propuso la consideración de esta técnica como una buena opción para desarrollarse a la empresa estudiada. Fue así como se contó con su visto bueno para emplear esta técnica de mejora continua, enfocada al manejo de los residuos de manejo especial y peligrosos.

De acuerdo con la definición del área de mayor interés en la empresa para aplicar las oportunidades de mejora en el tema de manejo de residuos peligrosos (decidida anteriormente), el área de prensa laminador se seleccionó para el uso de esta técnica, buscando disminuir la generación de residuos peligrosos que ahí se presenta.

A los operadores del área de prensa laminador se les capacitó en el uso la Metodología de 5´s, y se les mostró la forma en que debían adaptarla en sus áreas de trabajo.

A continuación, se describen las actividades que se desarrollaron en cada una de las etapas de la Metodología de 5´s, adaptadas de acuerdo a las características y necesidades del área de prensa laminador.

La metodología de las 5's promueve una mejora continua mediante la implementación de planes de acción correctiva. Sus objetivos principales son: el ahorro de recursos, la reducción de accidentes, el incremento en la motivación del personal y el desarrollo de una producción con calidad (Benavides Colón & Castro Pájaro, 2010).

Se denominan 5's porque representan principios expresados con cinco palabras japonesas iniciadas con la letra "S". Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar limpio y seguro, a continuación, se explica el nombre y su traducción al español.

1. *Seiri* = Clasificación.
2. *Seiton* = Orden.
3. *Seiso* = Limpieza.
4. *Seiketsu* = Estandarización.
5. *Shitsuke* = Disciplina.

La finalidad de desarrollar la metodología de las 5's en el área de prensa-laminador, es dar las pautas para entender, implementar y mantener un sistema de orden y limpieza, a partir del cual se puedan sentar las bases de la mejora continua y de mejores condiciones de calidad, seguridad y control ambiental dentro las áreas de producción.

#### **5.2.2.1. Seiri – Clasificar.**

*Seiri* o Clasificar, significa eliminar del área o estación de trabajo aquellos elementos que no se requieren para realizar las tareas diarias. Para ello, se inspeccionan, enlistan y marcan, los elementos identificados como obsoletos y/o de poco uso, que posteriormente serán retirados del área mediante un plan para el retiro y eliminación de elementos.

Para realizar este paso dentro de la empresa, se habló primeramente con los encargados de los departamentos de: control ambiental, mantenimiento y producción del área de prensa laminador. Además de informarlos de la decisión de desarrollar esta metodología, se les pidió su colaboración para que, por favor, facilitaran la información necesaria y definieran los tiempos y los espacios adecuados para impartir la capacitación al personal.

Para realizar el diagnóstico inicial en cuanto al grado de cumplimiento de la metodología de las 5's se aplicó el cuestionario que la misma metodología propone, haciendo un recorrido en piso y un análisis al observar las diferentes áreas.

A cada uno de conceptos evaluados de la metodología se le asignan 20 puntos. Cuando la suma total de los 5 conceptos evaluados es de 100 puntos, se interpreta como una empresa comprometida con el cumplimiento de la metodología de las 5's. La tabla 4.1 muestra los resultados de la evaluación en el área de prensa laminador.

**Tabla 5.1.** Inspección inicial de 5's en área de prensa- laminador.

Evaluador: Carolina Martínez Moreno		Fecha: 16-03-2020			
5's	#	Artículo revisado	Descripción	Puntaje	
Clasificación	1	Materiales o partes	Sobrantes en inventario o proceso	2	
	2	Maquinaria u otro equipo	Existencia innecesaria alrededor	2	
	3	Herramientas	Existencia innecesaria alrededor	2	
	4	Control visual	Existe o no control visual	1	
	5	Estándares escritos	¿Estándares de limpieza establecidos?	3	
				<b>Subtotal</b>	<b>10</b>
Orden	6	Indicador de lugar	¿Existen áreas de almacenaje marcadas?	3	
	7	Indicadores de artículos	¿Limitación de artículos y lugares?	2	
	8	Indicadores de cantidad	¿Cuenta con máximos y mínimos de productos?	2	
	9	Vías de acceso y almacenamiento	¿Identificadas vías de acceso y almacén?	2	
	10	Herramientas	¿Poseen lugar claramente identificados?	1	
				<b>Subtotal</b>	<b>10</b>
Limpieza	11	Pisos	¿Pisos libre de residuos, aceite, grasa?	1	
	12	Maquinas	¿Libres de objetos o aceite?	0	
	13	Limpieza e inspección	¿Inspección de equipos con mantenimiento?	1	
	14	Responsable de limpieza	¿Personal responsable de verificación?	3	
	15	Hábito de limpieza	¿Limpieza regular de maquinaria y pisos?	3	
				<b>Subtotal</b>	<b>8</b>
Estandarización	16	Notas de mejora	¿Se generan regularmente?	2	
	17	Ideas de mejora	¿Se han implementado ideas de mejora?	3	
	18	Procedimiento clave	¿Uso de procedimiento escrito claro y actual?	2	
	19	Plan de mejora	¿Planes de mejora a futuro?	1	
	20	Las primeras "3's"	¿Están las primeras "s" perseverando?	2	
				<b>Subtotal</b>	<b>10</b>
Disciplina	21	Entrenamiento	¿Se conoce el procedimiento estándar?	3	
	22	Herramientas y partes	¿Se almacenan correctamente?	0	
	23	Control de inventario	¿Cuentan con control de inventario?	1	
	24	Procedimiento de inventario	¿Actualizados y revisados periódicamente?	2	
	25	Descripción del cargo	¿Actualizados y revisados periódicamente?	3	
				<b>Subtotal</b>	<b>9</b>
<b>0 = Nulo</b>	<b>1 = mal</b>	<b>2 = Regular</b>	<b>3 = Bueno</b>	<b>4= excelente</b>	<b>Total 47</b>

Como se observa, la empresa se encuentra muy alejada de dar cumplimiento a esta metodología. Los pilares en donde se encontró una mayor oportunidad de mejora fueron: la limpieza y la disciplina.

Como siguiente paso, se le comunicó al personal operativo acerca la implementación de esta metodología en el área de prensa laminador y se solicitó su apoyo. Después, con la participación del personal operativo se hizo un recorrido por todos los puestos de trabajo y se colocaron “tarjetas rojas” sobre los elementos existentes en el área que no eran indispensables para la realización de las actividades; es decir, aquellos elementos que estaban de más al no utilizarse, estar fuera de su lugar, ser objetos extraños, etc. (figura 5.4).

<b>Tarjeta roja 5S's</b>		
<b>Categoría</b>	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumento de medición	4. Materia prima 5. Producto terminado 6. Equipo de oficina
<b>Nombre del artículo:</b>		<b>Fecha</b>
<b>Localización</b>	<b>Unidad de negocio</b> <i>Prensa laminador</i>	<b>Cantidad</b>
<b>Razones</b>	1. No se necesitan 2. No se necesitan pronto 3. Material de desperdicio 4. Uso desconocido	5. Excedente 6. Obsoleto 7. Contaminante 8. Otro
<b>Método de eliminación</b>	1. Retiro del área 2. Vender 3. Otros 4. Mover a áreas externas 5. Enviar a almacén	<hr/> Nombre y firma de quien elaboró

**Figura 5.4.** Tarjeta roja 5's

Después de colocar las tarjetas, con ayuda del encargado de mantenimiento, se procedió a retirar del área cada uno de los elementos marcados con etiqueta roja. Los elementos útiles se colocaron en los sitios en donde deberían de ir (se guardaron o entregaron al responsable de su resguardo); mientras que los elementos no útiles se manejaron como residuos.

### 5.2.2.2. Seiton – Orden.

A partir de la frecuencia de uso con la que se utilizan los elementos de las diferentes áreas, se procedió a su organización y la asignación de espacios para su acomodo y resguardo de manera práctica. Para esto se utilizó el círculo de frecuencia de uso que se muestra en la figura 5.5.



Figura 5.5. Círculo de frecuencia de uso.

En el caso de las herramientas de corte (sierras), se recomendó acomodarlas en orden de: tipos, tamaños y frecuencia de uso. Los instrumentos de medición se deberán colocar dentro gabinetes limpios, en una posición de acuerdo a las especificaciones de la herramienta en cuestión.

La delimitación fue otro de los puntos que se tomaron en cuenta para el establecimiento del orden. Ésta consistió en señalar con la ayuda de pintura o señalamientos, las áreas de trabajo; de almacenamiento y ubicación de herramientas, de pasillos de tránsito, etc.

Para la realización de este punto, se solicitó ayuda al encargado de lean manufacturing del área de prensa laminador. Las figuras 5.6 y 5.7 muestran un ejemplo de las acciones llevadas a cabo.



Figura 5.6. Proceso de delimitación de área de segregación de residuos.



Figura 5.7. Antes y después, área de guías.

### 5.2.2.3. Seiso – Limpieza.

Esta etapa debe asociarse a la inspección, pues su objetivo es revisar el estado del área y detectar anomalías en el funcionamiento de la maquinaria o equipo que podrían derivar en desperdicios y daños futuros.

Dada la pandemia por el coronavirus, la estancia de investigación tuvo que suspenderse, por lo que esta etapa ya no pudo ponerse en práctica en la empresa objeto de estudio. A continuación, sólo se enlistan las propuestas para poder llevarla a cabo de una manera eficiente.

1. **Asignación de responsabilidades:** Para dar inicio a la implementación de *Seiso*, deberán formarse equipos de trabajo. A cada uno de ellos se le asignará un líder,

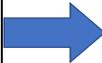
que se encargará de realizar las inspecciones pertinentes y mantener las condiciones del área.

2. **Elaboración de un manual de limpieza:** Se deberá establecer un manual en donde se determinen las actividades y metodología a utilizar para realizar la limpieza de las instalaciones. Este manual deberá tomar en cuenta métodos que permitan la identificación de focos de suciedad y el análisis de las posibles causas.
3. **Implementación:** Los líderes de trabajo que fueron previamente seleccionados serán los encargados de guiar la ejecución de las campañas de limpieza.
4. **Evaluación:** Luego de la implementación de la limpieza, se procederá a realizar la inspección de los sitios de trabajo para evaluar los resultados obtenidos.

#### **5.2.2.4. Seiketsu – Estandarizar.**

En esta etapa se utilizan estándares de limpieza e inspección para realizar acciones de autocontrol. El objetivo de esto es mantener lo que se logró en las etapas anteriores.

Como parte de la estandarización, se considera oportuna la elaboración de formatos Kaizen que sirvan de apoyo en la estandarización de las acciones y medidas desarrolladas dentro de las áreas. En la figura 5.8 se muestra un ejemplo.

<b>KAIZEN - MEJORA REALIZADA</b>		Logo
abr-20	<i>Colocación de rack para discos de corte en sierra loma</i>	<i>Carolina Martínez</i>
PARTICIPANTES	<p>Carolina Martínez Moreno Jonathan Guevara</p>	DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA
	<input type="checkbox"/> SEGURIDAD <input type="checkbox"/> CALIDAD <input checked="" type="checkbox"/> ENTREGA <input type="checkbox"/> COSTO <input type="checkbox"/> INVENTARIO	<p><i>Colocación de rack para los discos de corte utilizados en la sierra loma, los discos para mantenimiento y los discos de repuesto.</i></p>
ANTES		DESPUES
		
COMPROMISOS PARA SOSTENER LA MEJORA		
<p><i>Hacer uso adecuado.</i></p>		

**Figura 5.8.** Formato kaizen.

Además de elaborar protocolos para mantener la estandarización dentro del área, se recomienda:

1. Utilizar el criterio de mantener y producir sólo lo necesario (lo requerido por los clientes).
2. Los elementos de trabajo deberán estar etiquetados, señalizados y correctamente acomodados, de tal manera que el trabajador pueda identificarlos fácilmente.

3. Para evitar retrasos en la producción o accidentes laborales, se deberá reducir el tiempo destinado a la limpieza. Se recomienda actuar directamente sobre la fuente de generación de suciedad y mantener una limpieza rutinaria para la misma.
4. Aquellas actividades que por su naturaleza pudiesen generar una alteración negativa sobre el ambiente, deberán controlarse por medio de una serie de documentos que describan la forma correcta de realizarlas. Dichos documentos pueden ser: instrucciones técnicas, planes de gestión de accidentes o registros de las actividades a realizar.

### 5.2.2.5. Shitsuke- Disciplina.

La integración de la disciplina permite que: la clasificación, el orden y la limpieza, que han sido previamente desarrolladas, se mantengan en el tiempo y continúen hasta que sean una costumbre (cultura) en el área de implementación.

Como parte del seguimiento y control de los métodos utilizados, se elaboró un tríptico (figuras 5.9 y 5.10) que se pretende, sirva de apoyo en la realización de las capacitaciones internas a los empleados.

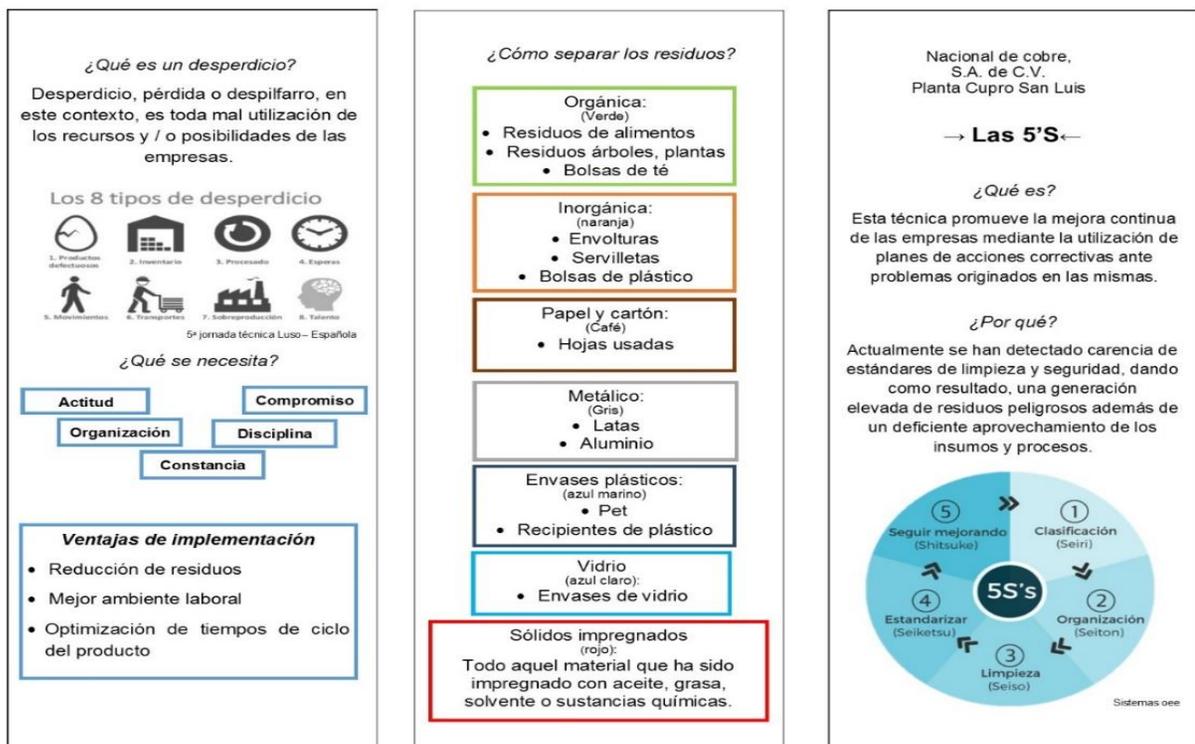


Figura 5.9. Tríptico de capacitación 5s, lado A.

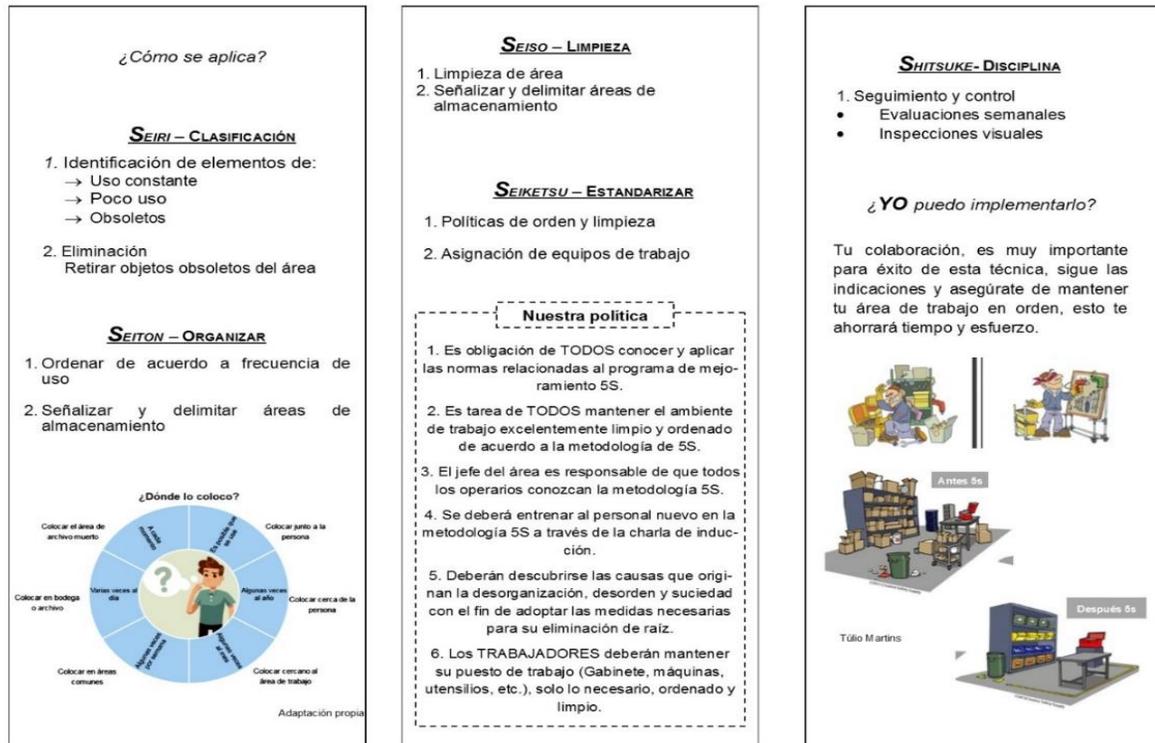


Figura 5.10. Tríptico de capacitación 5s, lado B.

### 5.3. DISPOSICIÓN FINAL.

La LGPGIR define a la disposición final como “la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características, permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población, y los ecosistemas y sus elementos”.

Como propuesta de mejora en la disposición final de los residuos, se plantea elaborar un programa de gestión para el manejo de: estopas, envases plásticos, elementos de protección personal impregnados con aceite, y luminarias.

Los contenedores destinados al acopio de los residuos deberán estar señalizados y en buenas condiciones; además, se elaborará una ficha técnica con los registros de entrada, salida y especificaciones para cada tipo de residuo. Lo anterior con la intención de mantener un control apropiado y disminuir las afectaciones que un mal manejo de estos residuos, supone sobre los recursos hídricos y suelos.

Para los lubricantes y aceites solubles gastados que no pueden ser reintegrados a los procesos de la empresa -y bajo el conocimiento de que éstos son residuos peligrosos, además de provenir de un recurso no renovable-, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) promueve su aprovechamiento para la elaboración de asfaltos, como combustible en hornos de cemento, entre otras aplicaciones, por medio de empresas externas. Se considerará su reutilización por medio de terceros como método de disposición final.

#### **5.4. CAMBIO DE LUBRICANTE.**

Además de la generación de sólidos impregnados con hidrocarburos que se mencionó en el capítulo 3, durante los recorridos se observó una niebla en el área de prensa y laminador. Ésta proviene de la descomposición térmica que experimentan los fluidos de corte durante el mecanizado, y su inhalación puede ocasionar riesgos para la salud de las personas expuestas, tales como: irritación de vías respiratorias, neumonía lipóide, fibrosis pulmonar, asma bronquial, además de afectaciones cutáneas (Laborda Grima, 1999).

Por lo anterior, se plantea el cambio de lubricante como una propuesta para el manejo de los residuos generados por la empresa estudiada.

En el mercado actual existen diversos fluidos base a partir de los cuales es posible crear biolubricantes, a partir de aceites vegetales, tales como el de colza y girasol. Además de ésteres sintéticos, formulados a partir de la modificación de aceites vegetales o con productos petroquímicos intermedios, que les brindan ventajas al ser comparados con lubricantes de base mineral.

Antes de incluir un biolubricante en las operaciones, es importante tener en cuenta sus ventajas y desventajas. La tabla 5.1 muestra los datos obtenidos a partir de diversos artículos e informes (Barriga & Igartua, 2004), (García González, Hernández Quiroz, López Velázquez, Hernández Torres, & Gutiérrez, 2012), (Brettis, 2014).

**Tabla 5.2.** Ventajas y desventajas de los biolubricantes.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p><b>Evitan la contaminación del entorno.</b> El 47% de los lubricantes se vierten directamente en el entorno. Los productos derivados del petróleo pueden ser tóxicos para la vida acuática e impedir el crecimiento de los árboles, además de contaminar el agua subterránea</p>	<p><b>Estabilidad ante la oxidación y estabilidad térmica.</b> Los aceites con bajos valores de estabilidad ante la oxidación se corroerán rápidamente a temperaturas altas, produciendo ácidos y residuos que se pueden acumular en áreas críticas del equipo e interferir en las funciones de lubricación y de refrigeración del fluido.</p>
<p><b>Mayor seguridad para los trabajadores.</b> Los biolubricantes tienen una mayor compatibilidad con la piel, que los aceites minerales, también poseen una menor emisión de compuestos orgánicos volátiles tóxicos por inhalación.</p>	<p><b>Comportamiento a baja temperatura.</b> La fluidez a baja temperatura de los fluidos con base vegetal es inferior a la de otros biolubricantes. Cuando el aceite se solidifica el rendimiento se reduce drásticamente.</p>
<p><b>Menor responsabilidad civil por fugas o descargas.</b> Un buen ejemplo es el caso de un vertido accidental de fluido hidráulico (base vegetal) que tuvo lugar en los Everglades de Florida, después de un año del vertido, el área contaminada se regeneró sin recurrir a esfuerzos de recuperación agresiva del suelo o agua.</p>	<p><b>Compatibilidad con los componentes del sistema.</b> En el caso de los biolubricantes, es un punto a tener en cuenta sobre todo cuando se trate con poliglicoles, sin embargo, siempre se debe consultar al suministrador para obtener datos específicos de compatibilidad.</p>
<p><b>Prolonga la vida útil de las herramientas.</b> La mayor lubricidad de los biolubricantes produce menor fricción y el mayor índice de viscosidad puede tener como resultado una transmisión del calor más eficiente, alargando la vida útil de las herramientas de corte.</p>	<p><b>Compatibilidad con filtros.</b> Se recomienda utilizar filtros de fibra de vidrio o de malla metálica. Los filtros deberán monitorearse unas horas después de ser instalados, ya que los biolubricantes suelen “eliminar” los depósitos de aceite mineral existentes en el sistema y transportarlos a los filtros.</p>
<p><b>Disminuye la pérdida de aceite.</b> Un punto de inflamación más alto de los biolubricantes en comparación con los lubricantes derivados del petróleo, produce una menor pérdida por evaporación.</p>	<p><b>Formación de espuma.</b> La tendencia de los aceites a formar espuma puede ser un grave problema en los sistemas lubricantes e hidráulicos.</p>
<p><b>Desarrollo económico rural.</b> Además de sus ventajas físicas, los biolubricantes basados en recursos renovables ofrecen grandes posibilidades para el desarrollo económico rural, siendo los agricultores beneficiados también, debido al aumento de demanda en sus productos.</p>	<p><b>Aceite mineral residual</b> Se aconseja extraer todo el aceite mineral del sistema y, si es posible, realizar un aclarado. En el caso de los poliglicoles, un 1 % de residuo es aceptable. En el caso de aceites vegetales y ésteres sintéticos se permite un residuo de aceite mineral de hasta un 2%.</p>
<p><b>Fácilmente lavables.</b> La eliminación de biolubricantes es menos complicada debido a la alta solubilidad en agua.</p>	

Previo a la sustitución del aceite mineral se deben considerar las características operativas y de diseño de la maquinaria en cuestión, pues no sólo se trata de vaciar el aceite mineral contenido en la maquinaria e inmediatamente sustituirlo con el aceite biodegradable. Entre las particularidades a analizar están: la temperatura de operación, presión y flujo, sistema de filtrado, vulnerabilidad del sistema o área donde se aplicará el aceite (que esté libre de agua, polvo o suciedad).

La principal característica a verificar es la compatibilidad de los aceites, ya que aún después de haber efectuado una limpieza profunda a la maquinaria, es posible que permanezcan residuos de aceite en las superficies, tanques y/o conductos. Si los aceites son incompatibles habrá consecuencias graves como: espumación, temperaturas elevadas de operación, bloqueo de filtros y desgaste acelerado en los componentes del sistema.

Debido a las condiciones de operación de la maquinaria perteneciente a la industria metal mecánica, se recomienda el uso de Polialfaolefinas. Este aceite se considera adecuado pues tiene un mayor grado de compatibilidad con aceites minerales, lo que representa un menor riesgo en caso de presentarse una mezcla accidental; sin embargo, se debe considerar que presenta la desventaja de encoger las juntas fabricadas de ciertos materiales, lo que puede significar una pérdida durante el primer arranque.

## **5.5. PLAN DE ACCIÓN PARA ACEITES Y SOLVENTES UTILIZADOS.**

Una cantidad importante de las sustancias químicas que se utilizan en la empresa, se consideran como peligrosas, debido a sus propiedades CRETl. Su manejo debe apegarse a las recomendaciones propias de cada sustancia, a fin de evitar riesgos sobre el ambiente y las personas.

Conocer las características de las sustancias químicas que se utilizan, permitirá desarrollar mejores procedimientos de respuesta ante accidentes. Para la elaboración de este procedimiento se tomaron como referencia trabajos previamente desarrollados en la industria, y se adaptaron de acuerdo a lo requerido en la presente investigación. La figura 5.11 muestra un ejemplo.

<b>Derrame de Sustancias Químicas.</b>		Fecha de actualización / /
<p><b>Introducción:</b> La importancia otorgada a una gestión ambiental adecuada, reside fundamentalmente en el manejo de los fluidos de trabajo, los cuales, pueden contener sustancias peligrosas y, por lo tanto, una mala disposición, puede derivar en un problema ambiental grave.</p>		
<p><b>Descripción del Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar equipo de protección personal.</li> <li>2. Contener el derrame con almohadillas, chorizo, o material absorbente disponible. No debe permitirse que el material alcance el drenaje.</li> <li>3. Revisar la hoja de seguridad de la sustancia derramada, analizando la pertinencia de algún manejo especial, tal como ventilación, protección personal u otro.</li> <li>4. Limpiar según lo indicado en hojas de seguridad.</li> <li>5. Usar almohadillas y chorizo absorbente para limpiar área de derrame.</li> <li>6. Colocar el material absorbente en los contenedores adecuados, para su envío al almacén de residuos.</li> <li>7. Notificar de la incidencia al encargado en turno responsable.</li> </ol>		
<p><b>Tipo de medida:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prevención</li> <li>✓ Control</li> </ul>	<p><b>Etapa de implementación:</b> Inmediatamente después del derrame.</p>	
<p><b>Tareas del Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar inventario de sustancias y compuestos químicos utilizados.</li> <li>2. Realizar plan de diseño (layout), donde se ubiquen las sustancias y compuestos químicos utilizados en el área de proceso, drenajes, extintores y elementos de respuesta a los derrames.</li> <li>3. Elaborar listado de los elementos disponibles para dar respuesta a derrames, tales como trapos, almohadillas, aserrín, tambos, estopas y otros materiales absorbentes, neutralizadores y elementos de protección personal.</li> <li>4. Diseñar sistemas de freno para la planta, tanques de mezcla, tanques de aceite o de compuestos químicos y cualquier otro contenedor que pueda romperse o filtrarse.</li> </ol>		
<p><b>Lugar de aplicación:</b> Área donde ocurrió el derrame.</p>		
<p><b>Responsable de la ejecución:</b> Líder de producción.</p>		
<p><b>Responsable del Seguimiento:</b> Departamento de control ambiental/ mantenimiento.</p>		
<p><b>Indicadores de cumplimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Número de derrames controlados/ Número de derrames ocurridos dentro de la planta.</li> <li>✓ Número de personas capacitadas en la manipulación de sustancias químicas / Número de personas encargadas en la manipulación de estas sustancias.</li> </ul>	<p><b>Metas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Controlar el 100% de los derrames ocurridos dentro de la planta.</li> <li>✓ Capacitar a todo el personal que manipula sustancias químicas.</li> </ul>	

**Figura 5.11.** Procedimiento para el manejo de derrames.

El desarrollo y aplicación de este procedimiento tiene por objeto que el personal involucrado en el manejo de sustancias químicas tenga claras las acciones para el manejo adecuado de éstas.

## 5.6. PROPUESTA DE MEJORA PARA GESTIÓN DE LA ENERGÍA.

A partir del establecimiento del perfil que se realizó en el capítulo 3, se desarrollaron propuestas para la mejora en la administración de la eficiencia energética. Éstas se muestran en la tabla 5.3.

**Tabla 5.3.** Propuestas de eficiencia energética.

Recurso	Propuesta de mejora
Energía eléctrica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instalar variadores de velocidad y las opciones de arranque suave en motores eléctricos.</li> <li>2. Instalar un sistema de gestión de la energía con capacidad de análisis y presentación de informes.</li> </ol>
Aire comprimido	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para usos pequeños y esporádicos de aire comprimido, considerar la posibilidad de utilizar un compresor impulsado por motor de combustión que provea un aporte de energía menos costosa, con una mejor eficiencia de carga parcial que los motores eléctricos, permitiendo la recuperación de calor.</li> </ol>
Agua	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Detección inmediata de fugas.</li> <li>2. Reducir las pérdidas por fricción y las caídas de presión debido al tamaño de tuberías de agua.</li> <li>3. Revisar el tamaño y la correcta elección de las bombas de agua.</li> <li>4. Implementar un sistema de agua con múltiples re-usos de agua de proceso.</li> </ol>
Limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicar mantenimiento preventivo a los equipos y herramientas de limpieza.</li> </ol>
Combustible:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prevenir la entrada de aire:</li> <li>2. Mantener la hermeticidad de hornos, y sello de grietas.</li> <li>3. Mantener los sellos en tapas y cubiertas.</li> <li>4. Mantener los parámetros del quemador ajustados de acuerdo con un programa de mantenimiento.</li> </ol>

Como punto de partida se deberá implementar un programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria, y posteriormente, éste determinará otras actividades a realizar. Si bien, la empresa objeto de estudio cuenta ya con un programa de mantenimiento semestral, se encuentra que este programa debe mejorarse pues constantemente existen paros en la producción, por fallas en la maquinaria, por lo que se recomienda tener actividades bimestrales. Desarrollar un programa eficiente permitirá mantener un control y anticiparse a los fallos que pudiesen originarse.

### **5.6.1. SUSTITUCIÓN DE MAQUINARIA.**

Es importante realizar un mantenimiento preventivo según las especificaciones del fabricante, pero en algunas ocasiones, este tipo de mantenimiento ya no resulta factible. En un estudio sobre las mejoras a los procesos en la industria metalmecánica, determinó que de los costos destinados a la maquinaria, es en la reparación donde se invierte una mayor cantidad con un 42% del total, seguido de la mano de obra con un 27%, costos indirectos con un 21%, y finalmente, solo el 10%, es destinado a la adquisición de herramientas y equipo (Bonilla, Días, Kleeberg, & Noriega, 2020).

Existen situaciones en donde se deberá optar por el cambio de maquinaria. Aunque esto no es una decisión fácil desde el punto de vista económico y productivo (pues además de los costos de adquisición e instalación, se tendrán que realizar paros en la producción para ubicar y corroborar el funcionamiento de la maquinaria), existen ciertas variables a considerar antes de tomar una decisión respecto a la adquisición de maquinaria nueva, entre ellas se encuentran:

1. **Desgaste:** El nivel de desgaste es tan elevado que no es posible recuperar los niveles de productividad, además de que los componentes, o herramientas de repuestos ya no son fabricadas.
2. **Costo de reparación:** Esta variable es una de las más importantes, pues se deberá determinar si el costo por la reparación es mayor al de adquisición de maquinaria nueva, y si la reparación compensa el nivel de producción que una maquinaria nueva supone.
3. **Obsolescencia:** Partiendo del pensamiento del cambio tecnológico constante, se debe pensar si la maquinaria no se encuentra disconforme con los requerimientos actuales de la producción, y si las condiciones de la misma permiten o no, lograr un mayor provecho.

### **5.6.2. LUBRICACIÓN POR CANTIDADES MÍNIMAS.**

El reciclaje de los fluidos de corte y lubricación había sido hasta la actualidad, el método dominante dentro de las industrias, pero al examinarlo, se observó lo inadecuado que

resultaba, ya que, además de los gastos implicados en la reutilización de los fluidos, existen peligros asociados en su manejo y disposición final (Jasso Cervantes, 2014). Es por ello que en la actualidad se han adoptado nuevas prácticas de lubricación y enfriamiento. Dentro de estas prácticas se encuentra la lubricación por cantidades mínimas (MQL por sus siglas en inglés), cuya función es suministrar cantidades mínimas de lubricante al punto activo entre la herramienta y la pieza de trabajo (Lubritec).

En el artículo de la revista *Machining Science and Technology*, los autores Aleksandar y Stephenson (Aleksandar & Stephenson, 2006), plantean dos tipos básicos de sistemas MQL:

1. Por spray (externo): El sistema se puede ensamblar cerca o sobre la máquina, el flujo de aire se ajusta de manera independiente para equilibrar el suministro de refrigerante. Es económico, portátil y adecuado para casi todas las operaciones de mecanizado.
2. A través de la herramienta (interno): El aceite y el aire se mezclan externamente, se tienen controladores independientes para cada flujo.

Es importante considerar que el sistema a través de la herramienta tiene la desventaja de crear una neblina de aceite y por ende, limita la cantidad de lubricación que se puede suministrar y se afecta el rendimiento en el proceso de corte.

Dicho lo anterior, se considera apropiada la ejecución del sistema por spray, ya que el MQL tiene un mejor desempeño en las áreas donde la aplicación puntual del aerosol creado es realizable, estas áreas son las que utilizan bordes geométricos o filos definidos (López & Sánchez, 2004) por ello, se recomienda su utilización en trabajos de aserrado como los que se realizan en el área de prensa laminador de la empresa objeto de estudio. Implementar este sistema, permitirá una mayor vida útil a las herramientas.

## **5.7. HACIA LA CERTIFICACIÓN EN ISO 50001.**

De manera general, cuando las organizaciones obtienen una certificación en ISO 14001, desarrollan ciertas iniciativas de eficiencia energética, pero estas, son aisladas o involucran solamente a un sector específico dentro de la organización de la empresa, dándole a estas actividades un menor rendimiento. Por tal motivo, la norma ISO 50001 plantea el desarrollo de un sistema de gestión energética (SGE) en aras de la integración

de la eficiencia energética dentro las prácticas de gestión de la organización. Incentiva, además, la estandarización de procedimientos y procesos que consientan la reducción del consumo energético, por medio de mejores prácticas y en línea con lo establecido por la normatividad ambiental aplicable (ISO 50001, 2018).

Si bien, la certificación ISO 50001 contiene elementos similares a la norma ISO 14001, para implementar un SGE, se deberán realizar:

- a. Perfiles energéticos.
- b. Documentos de línea de base energética.
- c. Indicadores del desempeño energético.
- d. Metas y objetivos del desempeño energético.
- e. Operaciones en compras de energía.

Al igual que otros sistemas de gestión, el desarrollo de las actividades para la implementación de un SGE se centra en el modelo PHVA. El objetivo de cada una de estas etapas, y las actividades concretas para su cumplimiento, se muestran en la tabla 5.4.

**Tabla 5.4.** Propuestas para la implementación de la eficiencia energética.

<b>Etapa</b>	<b>Actividades</b>
1. Planificar Objetivo: Tiene su base en el entendimiento del comportamiento energético de la organización, que permita el establecimiento de controles y objetivos concretos.	1.1. Realizar análisis de uso y consumo de energía. 1.2. Establecer indicadores de desempeño energético. 1.3. Plantear objetivos y metas de desempeño energético. 1.4. Desarrollar una política energética. 1.5. Realizar plan de gestión de la energía, donde se establezcan los compromisos a cumplir.
2. Hacer Objetivo: Implementar procedimientos y procesos con el fin de optimizar el uso de energéticos.	2.1. Desarrollar control operacional de la maquinaria. 2.2. Diseñar de procesos y procedimientos, donde se incluya la secuencia y responsables de su ejecución, con el fin de estandarizarlos. 2.3. Establecer criterios de compra de energéticos.
3. Verificar: Objetivo: Medir y monitorear los procesos planteados por política energética.	3.1. Realizar auditorías internas. 3.2. Crear controles de monitoreo, medición y análisis, que permitan mantener y elevar la eficiencia en las operaciones.
4. Actuar Objetivo: La alta dirección deberá realizar las acciones previo a su implementación.	4.1. Las acciones previamente propuestas, deberán ser revisadas por la alta dirección para posteriormente ponerlas en marcha, con el objetivo de mantener la mejora continua dentro de la organización.

Al igual que otro tipo de sistema, este deberá ser promocionado primeramente por la alta gerencia, motivando y comprometiendo a todos los trabajadores para su realización exitosa.

Más allá de los costos asociados a la implementación, se debe recordar que la reducción en el consumo de energía representa un ahorro de los costos operativos, además de una disminución de los gases de efecto invernadero.

## **CONCLUSIONES.**

En este estudio se evaluó el sistema de gestión ambiental desarrollado en una empresa metal mecánica, bajo la metodología de mejora continua. Los aspectos más significativos identificados fueron la generación de residuos y la falta de implementación de programas de eficiencia energética.

El corporativo de la empresa cuenta con tres plantas dentro del territorio mexicano, a pesar de que cada una efectúa diferentes procesos y actividades, ha sugerido que realicen las mismas acciones para el cuidado ambiental. Esto además de ser poco factible, va en contra de lo establecido por el sistema de gestión ambiental, pues éste determina que para poder realizar acciones que realmente ayuden a minimizar el impacto ambiental negativo y desarrollar la actividad industrial, se necesita tomar en cuenta las características, actividades y limitaciones de cada organización.

Los objetivos, indicadores y programas ambientales de la organización estudiada tienen oportunidades de mejora, pues no especifican con claridad: lo que se hará, los recursos necesarios para su desarrollo, personal a cargo, periodo de ejecución, y el plan para su comunicación y evaluación.

En la empresa, es necesario mejorar los mecanismos de información, capacitación, y conocimiento de las actividades que se realizan en temas ambientales, ya que los temas importantes de los procedimientos a realizar se quedan en los gerentes y supervisores, limitando el alcance que incluir e informar a todos los demás trabajadores.

La capacitación deficiente del personal operativos en cuanto manejo de sustancias químicas y residuos, incrementa la generación de residuos peligrosos e incrementa los riesgos de generar impactos ambientales.

El personal de control ambiental realiza evaluaciones periódicas a las áreas, para detectar y comunicar a los supervisores los puntos críticos y las oportunidades de mejora. A pesar de esto, las recomendaciones no se llevan a cabo, y tampoco se muestra interés por parte de los encargados para darles cumplimiento.

Si bien, la empresa estudiada cuenta tiene certificado su sistema de gestión ambiental, se debe poner más atención en la mejora continua de éste, a fin de asegurar el cumplimiento a la normatividad.

El principal elemento de cambio es el humano, por lo que se requiere de personal capacitado. El compromiso de todos los empleados permitirá optimizar los procesos y actividades de la organización.

El principio de lean manufacturing ha sido aislado en el área de producción, lo que limita en gran manera su impacto al proceso de manufactura.

## **RECOMENDACIONES**

Al momento de fomentar una cultura de mejora continua no existe un único camino. Como resultado del presente trabajo de investigación, han surgido distintas recomendaciones que se consideran pertinentes para estimular la mejora continua de un sistema de gestión ambiental. A continuación, se enlistan.

1. El primer paso para alcanzar el éxito en la implementación de un sistema de gestión ambiental es una estructura organizativa sólida, en donde las funciones y responsabilidades de cada miembro implicado estén perfectamente definidas y documentadas.
2. Es necesario efectuar prácticas de sensibilización e información desde la alta dirección y para el personal administrativo.
3. Debido a la cantidad de turnos y trabajadores de la empresa, se estima oportuna la creación de un comité ambiental que sirva de apoyo en la organización y funcionamiento de las medidas de mejora. Deberán tomarse en cuenta a aquellas personas con un conocimiento apropiado respecto a temas ambientales, pues la finalidad del comité ambiental es asesorar a los trabajadores sobre su papel en la mejora de la situación ambiental.
4. Realizar talleres prácticos sobre el sistema de gestión ambiental en el que se les informe, a los trabajadores de experiencias prácticas de éxito.
5. Los objetivos ambientales deben ser replanteados, para que sean medibles, monitoreados, comunicados, actualizados, etc.
6. Realización de autodiagnósticos ambientales en cada una de las áreas productivas y administrativas de la organización.
7. Se recomienda realizar evaluaciones periódicas, del grado de sostenibilidad y efectividad de los programas ejercidos por el departamento de control ambiental.
8. Se recomienda realizar un análisis objetivo a las necesidades de modernización, de acuerdo a la mejora productiva que se quiera alcanzar. Realizar un análisis técnico-económico, ayudará a valorar las diferencias entre la reconversión y la sustitución de sus equipos, en relación con el dinamismo de producción.
9. Al existir una estrecha relación entre el ámbito ambiental, seguridad laboral y el mantenimiento de la maquinaria, se recomienda la integración entre los departamentos para lograr un sistema de gestión más completo y a largo plazo, lograr una certificación en ISO 45001:2015.

10. Tomar en cuenta las especificaciones en cuanto a eficiencia energética, que permitan desarrollar e implementar un sistema de gestión en ISO 50001.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Acoltzi Acoltzi, H., & Perez Rebolledo, H. (s.f.). *Iso 50001, Gestión de energía*. Ciudad de México : Artículo técnico .
- Acuña, N., Figueroa, L., & Wilches, M. J. (01 de enero de 2017). Influencia de los Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001 en las organizaciones: caso estudio empresas manufactureras de Barranquilla. *Revista Chilena de Ingeniería*, 25(1), 143-153.
- Aimme - Instituto Tecnológico Metalmecánico. (17 de 02 de 2010). *Canales sectoriales* . (Interempresas, Editor) Recuperado el 26 de 03 de 2020, de <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/37760-La-eficiencia-energetica-en-el-sector-del-metal.html>
- Aleksandar, F., & Stephenson, D. (2006). Minimum Quantity Lubrication (MQL). 10, págs. 3-22.
- Ballester, F. (2012). Contaminación Atmosférica y Cambio climático. *Cambio Global España 2020/2050*, 190-2010.
- Baltazar Jiménez, L., Álvarez Castañeda, L. d., & De la Rosa Leal, M. E. (2016). *Gestión ambiental y su implicación en la competitividad de las organizaciones*. Estudio en empresas metalmeccánicas de Querétaro, Universidad Tecnológica de Querétaro, Querétaro.
- Bardahl industria. (s.f.). *Blog Bardahl industria*. Recuperado el 08 de 10 de 2020, de La industria metalmeccánica en México y su panorama económico: <https://www.bardahlindustria.com/industria-metalmeccanica-mexico/>
- Barriga, J., & Igartua, A. (15 de 02 de 2004). *¿Por qué y cómo utilizar los biolubricantes?* (F. Tekniker, Editor) Recuperado el 04 de 04 de 2020, de Interempresas.
- Becerril Torres, O. U., Godínez Enciso, J. A., & Canales García, R. A. (12 de 2018). Innovación y productividad en la industria metalmeccánica de México, el contexto actual, 2010-2016. *Revista de coyuntura y perspectiva*, 3(4).
- Benavides Colón, K., & Castro Pájaro, P. (2010). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE 5S EN INDUSTRIAS METALMECCÁNICAS SAN JUDAS LTDA*. Universidad de Cartagena, Programa de administración industrial. Cartagena: Facultad de Ciencias Económicas.
- BLOG14001. (20 de 11 de 2014). *nueva iso 14001:2015*. Obtenido de ISO 14001: ¿En qué se basa un Sistema de Gestión Ambiental?: <https://www.nueva-iso-14001.com/2014/11/iso-14001-en-que-se-basa-un-sistema-de-gestion-ambiental/>
- Bonilla, E., Días, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. T. (2020). *Mejora continua de los procesos. Herramientas y técnicas* (224 ed.). Lima, Perú: Fondo editorial.
- Brettis. (02 de 06 de 2014). *Brettis, soluciones para la industria*. (I. Gil Alonso, Editor) Recuperado el 04 de 04 de 2020
- Bsi. (s.f.). *BSI Group*. Recuperado el 01 de 10 de 2020, de ISO 14001: <https://www.bsigroup.com/es-MX/gestion-medioambiental-ISO14001/revision-ISO-14001/>

- Bsi.group. (s.f.). *Gestión Medioambiental ISO 14001*. Recuperado el 01 de 10 de 2020, de [https://www.bsigroup.com/es-MXSO%2014001%20es%20un%20est%C3%A1ndar%20internacionalmente%20aceptado%20que%20indica%20como%20poner%20un%20sistema%20de%20gesti%C3%B3n%20medioambiental%20efectivo%20en%20su%20sitio.%20Est%C3%A1%20dise%C3%B1ado%20para%20ayudar%20Calidad y Gestión](https://www.bsigroup.com/es-MXSO%2014001%20es%20un%20est%C3%A1ndar%20internacionalmente%20aceptado%20que%20indica%20como%20poner%20un%20sistema%20de%20gesti%C3%B3n%20medioambiental%20efectivo%20en%20su%20sitio.%20Est%C3%A1%20dise%C3%B1ado%20para%20ayudar%20Calidad%20y%20Gesti%C3%B3n). (s.f.). *Calidad y gestión*. Recuperado el 11 de 11 de 2019, de CICLO PDCA - ESTRATEGIA PARA LA MEJORA CONTINUA: [http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/58\\_ciclo\\_pdca\\_estrategia\\_para\\_mejora\\_continua.html](http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/58_ciclo_pdca_estrategia_para_mejora_continua.html)
- Campa, J. I. (2018). Patentes y desenvolvimiento tecnológico en México: un estudio comparativo entre la época de industrialización proteccionista y el régimen de apertura. En *América Latina en la historia económica* (págs. 223-257). México.
- CANACITRA. (2009). *Estudios para determinar la competitividad de la industria metalmecánica de la canacintra*. Camara Nacional de la Industria de Transformación.
- Cañón de Francia, J., & Garcés Ayerbe, C. (2006). Repercusión económica de la certificación medioambiental ISO 14001. *Cuadernos de Gestión*, 6(1), 45-62.
- Cavazos Sánchez, M. L. (2009). *Herramienta de autoevaluación de eficiencia energética para PyMES metalmecánicas*. Tesis para obtener grado académico, Instituto tecnológico y de estudios superiores monterrey, Programa de graduados en mecatrónica y tecnologías de información, Monterrey, N.L.
- Conesa Fernández-Vítora, V. (2011). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4ta ed.). (E. Mundi-PRensa, Ed.) Madrid- México.
- Delmas, M. (2001). Stakeholders and competitive advantage: the case of ISO 14001. *Production and Operations Management*, 10(3), 343-358.
- Diario Oficial de la Federación. (2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural*. Ciudad de México: Estados Unidos Mexicanos.- Comisión Reguladora de Energía.
- Díaz, C., & Castro, M. C. (2009). *Pontificia Universidad Javeriana*. Recuperado el 26 de mayo de 2014, de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis223.pdf>
- Díaz-Barriga, F. (08 de 1996). Los residuos peligrosos en México. Evaluación del riesgo para la salud. *Salud Pública de México*, 38(4), 280-291.
- DNV. (15 de 08 de 2007). *Det Norske Veritas*. Obtenido de <http://www.dnv.es/certificacion/sistemasdegestion/>
- DOF. (22 de 10 de 1993). *SEDEMA*. Obtenido de NOM.043.SEMARNAT-1993: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/577/296/c4c/577296c4c9f33516489369.pdf>
- DOF. (08 de 10 de 2003). Recuperado el 06 de 11 de 2019
- DOF. (2010). *NOM-028-ENER-2010, Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba*. Norma Oficial Mexicana.
- DOF. (06 de 06 de 2012). *Ley General de Cambio Climático*. Obtenido de Cámara de Diputados del H. congreso de la unión: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC\\_130718.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf)

- DOF. (28 de 10 de 2014). *Reglamento de la ley general de cambio climático en materia del registro nacional de emisiones*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGCC\\_MRNE\\_281014.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGCC_MRNE_281014.pdf)
- DOF. (2018). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (06 de 01 de 2020). *Ley de aguas nacionales*. Obtenido de Cámara de diputados del H. congreso de la unión: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16\\_060120.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf)
- Dutrénit, G., & Capdeville, M. (s.f.). EL perfil tecnológico de la industria Mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta. En D. d. Económica (Ed.). Ciudad de México, México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- El economista. (28 de 02 de 2018). SLP, uno de los principales motores industriales del país. *En marcha, proyecto de infraestructura energética*.
- Escobar Cárdenas, S. C. (2009). Realidad de los sistemas de gestión ambiental. *Universidad Externado*. Recuperado el 14 de 11 de 2019, de [file:///C:/Users/Carolina/Downloads/1618-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5541-1-10-20101012%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Carolina/Downloads/1618-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5541-1-10-20101012%20(2).pdf)
- Escuela Europea de Excelencia. (s.f.). *Nueva ISO 14001:2015*. Recuperado el 01 de 10 de 2020, de Adaptación a la nueva norma ISO 14001:2015: <https://www.nueva-iso-14001.com/2016/03/porque-se-ha-realizado-el-cambio-a-la-nueva-iso-14001-version-2015/#:~:text=La%20norma%20ISO%2014001%20versi%C3%B3n%202015%20facilita%3A,de%20multas%20y%20publicidad%20negativa>.
- Eurotransis. (19 de marzo de 2019). *La importancia del mantenimiento preventivo en la industria*. Obtenido de <https://eurotransis.com/la-importancia-del-mantenimiento-preventivo-en-la-industria/>
- Excelencia, E. E. (s.f.). *Escuela Europea de Excelencia*. Recuperado el 16 de 01 de 2020, de <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2015/11/iso-14001-resultados-mexico/>
- Flores Becerra, L. A. (2017). EL OBJETO EN LA LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN MÉXICO. *Revista Iberoamericana de producción académica y gestión educativa*, 4(8).
- Foladori, G. (2006). La insostenibilidad social del desarrollo sostenible. *Revista Portularia*, VI(2).
- FONAM. (06 de 2013). *Uso eficiente de la energía en el sector metalmecánica*. Recuperado el 26 de 03 de 2020, de <http://www.energiayambienteandina.net/pdf/FONAM%20-%20GU%C3%8CA%20DE%20BP%20DE%20AHORRO%20Y%20EFICIENCIA%20ENERG%C3%88TICA%20EN%20EL%20SECTOR%20METAL%20MEC%C3%80NICA.pdf>
- Fundación entorno, empresa y medio ambiente. (1998). *Informe medioambiental del sector metalmecánico*. Valencia.
- FUNDES. (s.f.). *Guía de Buenas Prácticas para el Sector Textiles*. (R. D. SALAZAR, Ed.) Recuperado el 11 de 05 de 2020, de <https://justiciaambientalcolombia.org/wp-content/uploads/2012/09/guc3ada-buenas-prc3a1cticas-textiles.pdf>
- Galván, L., & Reyes, R. (2009). Algunas herramientas para la prevención, control y mitigación de la contaminación ambiental. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 287-294.

- Galván Rico, L., Clemente, A., & Reyes Gil, R. (06 de 2012). Diagnóstico ambiental en el sector industrial de Paraná, Brasil. *Scielo*, 16(63).
- García González, L., Hernández Quiroz, T., López Velázquez, A., Hernández Torres, J., & Gutiérrez, F. (2012). Biolubricantes: una alternativa ambiental. *REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA*, XXV(1).
- García, I. (2018). *Emprende pyme*. Recuperado el 24 de 03 de 2020, de <https://www.emprendepyme.net/importancia-de-la-organizacion-de-una-empresa.html>
- García, J. (2001). *El concepto de sustentabilidad de los recursos naturales*. Fundación para la conservación de las especies y el medio ambiente.
- Generalitat de Catalunya. (2014). *Sector industrial*. Recuperado el 16 de 01 de 2020
- Generalitat de Catalunya. (2014). *Emisiones a la atmósfera*. Recuperado el 16 de 01 de 2020
- Gobierno de México. (23 de 11 de 2013). *Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía Documentos*. Obtenido de Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética: <https://www.gob.mx/conuee/documentos/normas-oficiales-mexicanas-de-eficiencia-energetica>
- Gobierno de San Luis Potosí. (2015). *Gobierno del estado*. Recuperado el 08 de 01 de 2020, de Impulso al desarrollo industrial.
- Gobierno de San Luis Potosí. (2019). *Cuarto Informe de Gobierno 2018 - 2019*. Juan Manuel Carreras López. San Luis Potosí: Gobernador Constitucional del Estado de San Luis Potosí.
- González- Benito, J. G. (2015). A REVIEW OF DETERMINANT FACTORS OF ENVIROMENTAL PROACTIVITY. En *BUSSINES STRATEGY AND EVIROMENT* (págs. 87-102).
- Granero Castro, J., & Ferrando Sánchez, M. (2011). *Cómo implantar un Sistema de Gestión Ambiental según la norma ISO 14001:2004*. (3ra. Edición ed.). Madrid: Fundación Confemetal. Recuperado el 12 de 08 de 2019
- Granero Castro, J., & Ferrando Sánchez, M. (2011). *Cómo implantar un Sistema de Gestión Ambiental según la norma ISO 14001:2004*. (. En 3. Edición (Ed.). Madrid: : Fundación Confemetal.
- Guédez, C., De Armas, D., Reyes, R., & Galván, L. (2003). Los sistemas de gestión ambiental en la industria petrolera internacional. *Interciencia* , 528-533.
- ICONTEC. (2004). *NTC-14001Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientacion para su Uso*. Bogotá: ICONTEC.
- IHME. (2012). *Institute for Health, Metrics and Evaluation* .
- INECC. (15 de 11 de 2007). *Desarrollo industrial y medio ambiente en Méxicoa* . Obtenido de Dinámica Industrial en México: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/36/cap3.html>
- INEGI. (2010). *Secretaria Desarrollo Económico, Sistema de Cuentas Nacionales*. Obtenido de INEGI.
- Interempresas. (06 de 10 de 2009). *Interempresas*. (S. Fanuc GE CNC España, Productor) Recuperado el 28 de 02 de 2020, de <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/31981-Como-ahorrar-energia-durante-el-mecanizado.html>
- IPM. (11 de 10 de 2019). *¿Qué es la Metalmecánica? y ¿cómo está la Industria Metalmecánica en México?* (I. y. C.V., Editor, & IPM, Productor) Recuperado el 2020, de <http://ipmsadecv.com/que-es-metalmecanica/>

- Ironpalmex. (02 de febrero de 2017). *La industria metalmecánica*. Obtenido de <http://ironpalmex.com/mx/la-industria-metalmecanica/>
- ISO. (1996). *Sistemas de Gestión Medioambiental. Especificaciones y directrices para su utilización*. AENOR.
- ISO. (2003). Obtenido de [www.iso.org.com](http://www.iso.org.com)
- ISO 50001. (2018). Guía de implantación. Obtenido de nqa.
- Isotools. (20 de 02 de 2015). ¿En qué consiste el ciclo PHVA de mejora continua? *Blog calidad y excelencia*.
- ISOTools. (06 de julio de 2016). *PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DE LA EXCELENCIALOGIN*. Obtenido de Lo más importante de la norma ISO 14001 2015: <https://www.isotools.org/2016/07/06/mas-importante-norma-iso-14001-2015/>
- Jackson, S. (1997). ISO 14000, What you need to know. *Occupational Hazard*, 127-132.
- Jasso Cervantes, E. E. (16 de 01 de 2014). Visión industrial. Recuperado el 12 de 04 de 2020, de MQL: tecnologías de vanguardia de lubricación en la industria metalmecánica.
- Jorge Flores, K. (18 de 09 de 2018). *FORBES*. Recuperado el 17 de 12 de 2019, de Economía y finanzas.
- Laborda Grima, R. (1999). Fluidos de corte: criterios de control de riesgos higiénicos. *Ministerio de trabajo y asustos sociales España*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Lannelongue, G. (2011). Esfuerzo Y Eficacia En Los Sistemas De Gestión Medioambiental De Empresas Certificadas ISO 14001. En *Tesis* (pág. 374). Salamanca, España: Universidad De Salamanca.
- LGEEPA. (28 de 01 de 1988). *LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_050618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf)
- LGEEPA. (01 de 09 de 2015). *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Recuperado el 16 de 01 de 2020, de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf>
- López , L., & Sánchez, J. (2004). *Mecanizado de Alto Rendimiento*. BILBAO(España): Izaro S.A.
- López López, J. (s.f.). *Importancia de la etapa de la organización en una empresa*. Recuperado el 24 de 03 de 2020, de Cultura organizacional 82: <https://www.grandespyemes.com.ar/2014/05/09/importancia-de-la-etapa-de-la-organizacion-en-una-empresa/>
- Lubritec. (s.f.). *SISTEMAS DE LUBRICACIÓN POR CANTIDADES MÍNIMAS MQL*. Recuperado el 28 de 05 de 2020
- Mabasa. (2018). *Mabasa, empresa líder en coinstrucciones prefabricadas de acero*. Recuperado el 08 de 01 de 2020
- Manya Gutiérrez, D. C. (2014). Evaluación del funcionamiento del sistema de gestión ambiental según norma ISO 14001 de un operador portuario del terminal marítimo de contenedores en el puerto de callao. *Trabajo de tesis*, 343. (U. n. molina, Ed.) Lima, Perú: Facultad de ciencias . Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2302/E20.M355-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martín Ochoa, A., & María Contreras, A. (s.f.). *Impacto ambiental de la industria en México: avances, alternativas y acciones inmediatas*. Obtenido de Revista Mundo HVAC&R:

- <https://www.mundohvacr.com.mx/2015/10/impacto-ambiental-de-la-industria-en-mexico-avances-alternativas-y-acciones-inmediatas/>
- Medardo, P. (2017). Importancia del sector industrial en el desarrollo económico: Una revisión al estado del arte. (U. S. Cali, Ed.) *Rev. Est. de Políticas Públicas*, 139-156. Recuperado el 15 de 01 de 2020, de <file:///C:/Users/Carolina/Downloads/Dialnet-ImportanciaDelSectorIndustrialEnElDesarrolloEconom-6067337.pdf>
- Medardo Palomino. (2017). Importancia del sector industrial en el desarrollo económico: Una revisión al estado del arte. *Políticas Públicas*, 139-156.
- Medina Jiménez, A., Becerra Quintero, G. E., & Vega Campos, M. Á. (2010). *DESEMPEÑO AMBIENTAL Y RESPONSABILIDAD SOCIAL EN LAS EMPRESAS METALMECÁNICA DE LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ*. San Luis Potosí: XV Congreso Internacional de Investigación en Ciencias administrativas.
- Medina Jiménez, Armando; Becerra Quintero, Gloria Eneida. (Abril de 2010). *Administración y la Responsabilidad Social Empresarial*. San Luis Potosí: Universidad autónoma de San Luis Potosí. Recuperado el 05 de 11 de 2019
- Mercado, A., & Blanco, M. (primer semestre de 2003). Las normas oficiales mexicanas ecológicas para la industria mexicana: alcances, exigencia y requerimientos de reforma. (A. Centro de Investigación y Docencia Económicas, Ed.) *Gestión y Política Pública*, 12(1), 93-128.
- Metal Mind. (06 de julio de 2017). *Qué es la Metalmecánica y su Importancia Dentro del Sector Industrial*. Obtenido de <http://www.metalmind.com.co/importancia-de-la-metalmecanica>
- Ministerio del medio ambiente. (1997). Política Nacional de Producción más limpia . *Republica de colombia*. Colombia: PROGRAMA DE PRODUCCION LIMPIA.
- Molina Rivera, D. V. (2014). *Diseño del Sistema Integrado de Gestión con base en las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 Y OHSAS 18001:2007 para la empresa WELL LOGGIN S.A.S*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá D.C., Colombia: Facultad de Ingeniería Industrial.
- MU, R. (06 de 11 de 2008). *Canales sectoriales*. Obtenido de Hornos para fundición, forja y tratamientos térmicos: <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/25692-Hornos-para-fundicion-forja-y-tratamientos-termicos.html>
- Munguia, N. E., Poom, T. G., Velazquez, L. E., & Esquer, J. (2013). *Producción más Limpia y Procesos Innovadores para una Industria de Re-Manufactura de Partes Plásticas Automotrices en Hermosillo, Sonora*. International workshop, Universidad de Sonora, Sao Paulo. Recuperado el 06 de 01 de 2020, de [http://www.advancesincleanerproduction.net/fourth/files/sessoes/5B/6/munguia\\_et\\_al\\_work.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/fourth/files/sessoes/5B/6/munguia_et_al_work.pdf)
- Murcia Ramírez, S., & Barrera Ángel, J. (2016). *Diseño del sistema de gestión ambiental conforme a los requerimientos de la norma ISO 14001:2015 en la Industria metalmecánica Servivem*. Facultad de Ingeniería, Ingeniería Ambiental y sanitaria. Bogotá: Universidad de La Salle. Recuperado el 13 de 01 de 2020, de [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)
- Naciones Unidas. (1972). *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*. Estocolmo: Naciones Unidas.

- Naudé, W., & Szirmai, A. (2012). The importance of manufacturing in economic development: Past, present and future perspectives.
- NDEMS. (2003). Environmental Management Systems: Do They Improve Performance? En C. Hill (Ed.), *NATIONAL DATABASE OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS* (pág. 364). EUA: University of North Carolina at.
- Nomas ISO. (s.f.). *ISO 14001 Gestión medioambiental*. Recuperado el 01 de 10 de 2020, de ISO 14001 SISTEMA DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: <https://www.normas-iso.com/iso-14001/>
- Normas ISO. (s.f.). *ISO 50001 GESTIÓN DE LA ENERGÍA*. Recuperado el 17 de 02 de 2020, de <https://www.normas-iso.com/iso-50001/>
- Nueva ISO 14001:2015. (2017). *¿Cuál es la situación de la norma ISO 14001?* Obtenido de <https://www.nueva-iso-14001.com/2017/10/situacion-norma-iso-14001-mundo/>
- Nueva ISO 14001:2015. (23 de 04 de 2018). *¿Qué son los aspectos ambientales*. Recuperado el 06 de 01 de 2020, de <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/que-son-los-aspectos-ambientales/>
- Nueva ISO 2015. (05 de marzo de 2015). *¿Conoce todos los cambios que trajo la nueva gestión ambiental?* Obtenido de <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/03/iso-14001-2015-cambios-nueva-gestion-ambiental/>
- Ocasiones en que se está presentando el impacto en su interacción con el medio ambiente (Programa Gestión Ambiental Empresarial Nivel I 2015).
- Orozco y Villa, L. H. (2010). *¿Qué son las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs)?* Ciudad de México: Nexos. Obtenido de <https://eljuegodelacorte.nexos.com.mx/?p=324>
- Ortiz , C., & Uribe. (2012). *Crecimiento Económico, Industrialización y Empleo*. Valle de Cauca: Programa Editorial.
- Perdomo, A. M. (2014). *Propuesta para el plan de manejo ambiental y ocupacional de residuos peligrosos en proceso de mecanizado de una empresa metalmecánica*. Facultad de Ingeniería, Instituto de Posgrados. Bogotá: Universidad Libre. Recuperado el 21 de 10 de 2019
- Pérez Uribe, R., & Bejarano, A. (2008). Sistema de gestión ambiental: Serie ISO 14000. *Escuela de Administración de negocios*(62), 89-105. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/206/20611457007.pdf>
- Plan de Educación Financiera. CNMV y Banco de España. (1970). *La revolución industrial 1760-1840*. Recuperado el 17 de 12 de 2019, de Finanzas para todos.
- Pontones, L. (14 de 09 de 2016). *Diagnóstico ambiental, el primer paso hacia inversiones certeras*. Obtenido de Plastic Technology México: <https://www.pt-mexico.com/art%C3%ADculos/diagnostico-ambiental-el-primer-paso-hacia-inversiones-certeras#:~:text=Un%20diagn%C3%B3stico%20ambiental%20puede%20cubrir,industria%20de%20que%20se%20trate>.
- Programa Gestión Ambiental Empresarial Nivel I. (2015). *Grado de afectación sobre el componente ambiental durante y después que se presenta la acción*.

- Puga Sánchez, J. L. (2004). *Desarrollo implementación de un sistema de gestión ambiental en un centro de estudios superiores de carácter experimental*. Universidad de Granada, Biología vegetal. Granada: Facultad de ciencias . Recuperado el 2020 de 02 de 10
- Ramírez Treviño, A., Sánchez Núñez, J., & García Camacho, A. (2004). El desarrollo sustentable, interpretación y análisis. *Revista del centro de investigación*, 55-59.
- Reyes, R., Galván , L., Guédez, C., & De Armas, D. (2005). La gerencia ambiental en el sistema productivo venezolano. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 155-159.
- Rodriguez, E. (2008). impacto ambiental de las actividades industriales.
- San Juan, C. (13 de marzo de 2009). Economía de los recursos naturales. Recuperado el 05 de noviembre de 2019
- Sanchez Cucunuba, D. M., Aponte Galvis, J. M., & Torres, J. R. (01 de 12 de 2018). Criterios de Implementacion ISO 14001:2015 estudio caso FUTECO Sector Metalmeccanico. Duitama: Diplomado en Gerencia del Sistema Integrado de Gestión en Seguridad, Salud, Ambiente y Calidad -.
- Sarmiento, E. (2011). Transformación productiva y equidad. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniera Julio Garavito.
- Sarmiento, E. (2011). Transformación productiva y equidad. Colombia.
- Schmidheiny, 1992; Knight, 1995; Starik y Marcus, 200. (1992). Changing course: A globas business perspective on development and the enviroment. En Schmidheiny. Cambridge: MIT Press.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial* (Penguin Random House ed.). Cologny/Ginebra, Suiza: España. Recuperado el 17 de 12 de 2019
- Secretaría Desarrollo Económico, S. d. (2006). *INEGI*. Recuperado el 05 de 11 de 2019
- SEMARNAT. (2010). DGIA. Recuperado el 16 de 01 de 2020
- SEMARNAT. (2013). *Calidad del aire: una práctica de vida*. Recuperado el 16 de 01 de 2020
- Serna Machado, C. A. (2010). Gestión energética empresarial una metodología para la reducción de consumo de energía. *Producción + Limpia* . Obtenido de file:///C:/Users/Carolina/Downloads/Dialnet-GestionEnergeticaEmpresarialUnaMetodologiaParaLaRe-3875716.pdf
- shop.bsigroup. (2005 de febrero de 2004). Obtenido de Diseño de sistemas de gestión. Gestionar el diseño inclusivo. Guía: <https://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030142267>
- Subia Aliaga, D. A. (2019). *Determinación de aspectos e impactos ambientales para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental NTP ISO 14001:2015 en la empresa metal mecánica ESERMIN PERU S.A.C*. Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- sysadmin. (08 de agosto de 2017). *designcouncil.org*. Obtenido de BS 7000-6: 2005 ...: <https://www.designcouncil.org.uk/bs-7000-62005-design-management-systems-managing-inclusive-design-guide>

- Teyssier, Y. (04 de 04 de 2019). *La industria Metalmecánica y su futuro en México*. Obtenido de CONTYQUIM: <https://contyquim.com/blog/la-industria-metalmec%C3%A1nica-y-su-futuro-en-m%C3%A9xico>
- Theis, V., & Schreiber, D. (2015). Análise do processo de gestão ambiental em indústrias do segmento metal-mecânico do vale do rio dos sinos Rio Grande do Soul. *Gestão & Planejamento*, 16(3), 5354-549.
- UNESCO. (2017). *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Obtenido de Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP).
- UNESCO. (2017). Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). Obtenido de La contaminación del agua sigue creciendo a nivel mundial.
- Villegas, A., Reyes, R., & Galván, L. (2004). Problemática ambiental en Venezuela y el mundo. *Universidad, Ciencia y Tecnología* , 117-125.
- Yassi, A., Kjellstrom, T., deKok, T., & Guidotti, T. (2008). *Salud ambiental Básica*. La Habana: Ecimed.