

**Propuesta para el fortalecimiento del sistema de gestión de SST de una empresa de mantenimiento metalmecánico, apropiando los aportes de la producción más limpia y economía circular.**

**Tesis para optar al grado de:**

**Especialista en Gerencia de Seguridad y Salud en el Trabajo**

**Presentado por:**

**Nelson Enrique Vélez Cantillo**

**CÓDIGO: 00000075506**

**Director:**

**Dra. July Patricia Castiblanco Aldana**

**Cartagena - Colombia**

**20-04-2022**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Fecha de sustentación**

## Acta de Opción de Grado

## **Formato De Cesión De Derechos Patrimoniales De La Universidad Ecci**

## Agradecimientos

Agradezco ante todo a Dios padre todo poderoso por todas las bendiciones que día a día me regala, agradezco a mi esposa y a mis tres hijos que son la razón principal de vivir y luchar y agradezco a todo el cuerpo docente y administrativo de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI) por su gran apuesta a la educación colombiana, en especial mis agradecimientos a la docente July Patricia Castiblanco Aldana por su gran aporte en la culminación de mi especialización.

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN .....	xii
1.1 Descripción del problema .....	xiv
1.2 Formulación del problema .....	xvii
1.3 Justificación .....	xviii
1.4 Objetivo general.....	xx
1.5 Objetivos específicos .....	xx
MARCO REFERENCIAL .....	xxi
2. ESTADO DEL ARTE .....	xxi
2.1 Antecedentes de la Investigación .....	xxi
MARCO TEÓRICO.....	xxxiv
2.2 Definición de sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo y condiciones y medio ambiente de trabajo .....	xxxiv
MARCO LEGAL .....	xliv
2.3 Marco legal Nacional.....	xliv
2.2 Marco legal Internacional .....	xlvii
MARCO EMPÍRICO .....	lii
3. DISEÑO METODOLÓGICO Y DISEÑO DEL DIAGNOSTICO AMBIENTAL ..	lii
3.1 Tipo de estudio. ....	lii
3.1.1 Investigación cuasiexperimental. ....	lii
3.1.2 Recolección de la información .....	lii
3.1.2.1 Fuentes de información primaria y secundaria.....	lii
3.2 Operacionalización de la investigación. ....	liii
3.2.1 Procesamiento de la información.....	liii
3.3 Diseño y diagnóstico de la empresa.....	liii
3.4 Manejo de servicios públicos.....	lv
3.4.1 Energía.....	lv
3.4.2 Agua. ....	lv
3.5 Descripción del proceso productivo.....	lvi
3.6 Diagnóstico de la encuesta empleada.....	lxi

3.6.1	Análisis de los resultados. ....	lxv
3.6.2	Consumo y disposición del agua. ....	lxv
3.6.3.	Utilización del agua. ....	lxv
3.6.4	Utilización de la energía. ....	lxvi
3.6.5	Generación de residuos sólidos. ....	lxvi
3.6.6	Factores de riesgo más representativos en la empresa .....	lxix
3.7	Eco-mapas .....	lxxi
3.8	Descripción del ambiente natural actual.....	lxxiv
3.9	Riesgos a la Seguridad y Salud en el Trabajo a considerar .....	lxxvi
3.10	Matriz DOFA.....	lxxviii
4.	DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA Y ECONOMÍA CIRCULAR APROPIADAS PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	lxxx
4.1	Diseño de un sistema de producción más limpia y economía circular en la empresa. ....	lxxx
4.2	Consumo racional del agua.....	lxxx
4.3	Consumo racional de energía. ....	lxxxii
4.4	Generación de residuos sólidos .....	lxxxiii
4.5	Distribución de planta. ....	lxxxv
4.5.1	Nueva distribución de áreas y de máquinas dentro de la empresa. ....	lxxxv
4.6	Selección de soluciones planteadas con impacto en Seguridad y Salud en el Trabajo .....	lxxxix
4.6.1	Estudio de Viabilidad para la solución: reutilización del agua... ..	lxxxix
4.6.2	Estudio de viabilidad seleccionada: Distribución de planta.....	xcii
4.6.3	Estudio de viabilidad para la solución: implementación de un sistema de cero Inventarios y suministros de nuevos proveedores. ....	xcv
4.6.4	Estudio de viabilidad para la solución: reciclaje y vente de retales. ....	xcviii
4.6.5	Estudio de Viabilidad para la solución: nuevos equipos de soldadura. ....	X
	.....	cix
4.7	Los indicadores de gestión propuestos para la empresa .....	ciii
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	cvii

BIBLIOGRAFÍA .....	cxi
ANEXOS .....	cxii



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama	60
Figura 2. Procesos de Metalistería.	65
Figura 3. Diagrama de flujo del soldado de material	80
Figura 4. Eco-mapa de agua	81
Figura 5. Eco-mapa de residuos sólidos	82
Figura 6. Distribución de la planta actual	96
Figura 7. Distribución de la planta propuesta	97
Figura 8. Diagrama de recorrido actual	101
Figura 9. Diagrama de recorrido propuesta	103

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Emisiones más comunes Generados en los procesos de oxicorte y soldadura	18
Tabla No. 2. Maquinas, Herramientas, Materiales y EPI (Elementos De Protección Individual)	59
Tabla No. 3. Residuos, emisiones generadas y enfermedades profesionales en los procesos Metalistería (Oxicorte y Soldadura)	66
Tabla No. 4. Resultados de la encuesta realizada en la empresa metalmeccanica. Sección de agua.	68
Tabla No. 5. Resultados de la encuesta realizada en la empresa metalmeccanica. sección de energía:	69
Tabla No. 6. Resultados de la encuesta realizada en la empresa metalmeccanica sección de Residuos Sólidos y Emisiones:	70
Tabla No. 7. Residuos generados en los procesos Metalistería (Oxicorte y Soldadura) <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	75
Tabla No. 8. Los factores de riesgos más representativos de la empresa, sus posibles efectos y su valoración	77
Tabla No. 9. Matriz dofa	86
Tabla No. 10. Valores recomendados para oxicorte con oxiacetilénico	91
Tabla No. 11. Analisis de ahorro de agua.	98
Tabla No. 12. Diagrama de proceso de producción de metalistería actual.	100
Tabla No. 13. Diagrama de proceso de producción de metalistería propuesto.	103
Tabla No. 14. Perdidas y mermas de materiales.	104
Tabla No. 15. Fichas técnicas de maquinas.	108
Tabla No. 16. Indicadores de gestión.	114

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo No. 1. FORMATO S&SO

Anexo No. 2. MATRIZ DE IMPACTOS Y ASPECTOS AMBIENTALES

Anexo No. 3. BALANCE DE PRODUCCION

Anexo No. 4. MAPA AMBIENTAL PROPUESTO.

Anexo No. 5. MARCO LEGAL.

## RESUMEN

La Producción Más Limpia (PML) al igual que la Economía Circular están enmarcadas en una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y mitigar los riesgos a los seres humanos y al ambiente, además de los beneficios ambientales que se pueden observar con la implementación de un programa de producción más limpia y de economía circular, también tienen cabida otros beneficios como los de la seguridad y salud en el trabajo (a partir de ambientes más sanos y saludables), así como los beneficios financieros, operacionales y comerciales.

Programas de gestión como los de producción más limpia y la economía circular han tenido gran aceptación en los sectores industriales por incorporar una orientación económicamente más positiva y sostenible para mermar el impacto ambiental de la industria y por consiguiente el daño a la salud de las personas expuestas. En la empresa metalmecánica se diseñarán estrategias de producción más limpia y economía circular, como estrategia para la intervención de los riesgos de seguridad y salud en el trabajo que contribuya a mejorar no solo la seguridad y salud en el trabajo si no también los procesos productivos y servicios con el fin de reducir costos e incentivar innovaciones.

Estas estrategias empresariales abarcan el mejoramiento de los aspectos internos y externos que por un lado darán origen a mejor calidad del producto, disminución de los tiempos de producción, prevención de la contaminación y una mejor calidad de vida. El interés principal es mejorar los procesos de producción alineándose con un buen desempeño ambiental que minimicé al máximo sus impactos al medio ambiente y a las personas, en aspectos como la generación de emisiones atmosféricas (ruido, gases, vapores, humos y polvos metálicos) y residuos tales como retales sobrantes, escorias, discos de pulidoras de desgaste, etc. a los cuales no se da buen manejo y por consiguiente generan impactos negativos al ambiente y afectación a la seguridad y salud de los trabajadores y personal expuesto. Lo anterior por la ausencia de controles adecuados sobre las emisiones generadas por las actividades de soldaduras y cortes de aceros, los cuales producen residuos sólidos generados contaminando

el entorno (ambiente). El estudio permitirá analizar adecuadamente como se diseñará y qué impacto tendrá el sistema de Producción Más Limpia (PML) y economía circular en los procesos de Metalistería y en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de la organización. Se trabajará en cada área y actividad analizada con la cual se obtendrán datos importantes relacionados con la problemática trazada. Posteriormente se evaluará la información con base a los objetivos previamente definidos. Dentro del estudio se seleccionarán y describirán una serie de cuestionamientos con el fin de establecer unas conclusiones y recomendaciones sobre la problemática planteada. Iniciando el programa de producción más limpia y economía circular se definirán unas metas que no superaran el 15% por ser el comienzo de la gestión y que se ajustaran dependiendo del desempeño y la conciencia que la empresa logre forjar de la importancia de implementar la producción más limpia y economía circular como estrategia para la preservación de los componentes ambientales básicos (agua, suelo, aire, fauna, flora, comunidad) y para el cuidado integral de la salud de los trabajadores y personal bajo control de la organización.

***Palabras clave***

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, PROGRAMAS DE GESTIÓN, SISTEMA DE GESTIÓN, PRODUCCION MAS LIMPIA (PML); ESTRATEGIAS; METALISTERIA; ECONOMÍA CIRCULAR.

## INTRODUCCIÓN

Aunque a la higiene industrial no se le haya prestado la atención necesaria hasta el siglo XX (la Revolución Industrial había puesto de manifiesto su necesidad debido a las elevadas cifras de accidentes y enfermedades laborales), ya Platón en el siglo V a.C. se percató de las enfermedades profesionales y las introdujo en sus escritos. En la actualidad, la higiene industrial atañe a todos los ámbitos laborales y no solo al de los que, a priori, son más inseguros. Los factores de higiene en gran medida provienen de la actividad industrial y su generación y manejo están asociados en muchos casos a los residuos de industria, con consiguiente problemática de la que se tiene conocimiento a nivel mundial por negativo impacto en el ambiente y salud de las personas. De la misma manera en que se incrementa el nivel de industrialización, la generación y disposición de contaminantes se convierte en un inconveniente y aumenta la problemática ambiental y de salud para las personas, entre ellas principalmente la población trabajadora que se encuentra en la primera línea de afectación. Problemas como aumento de la población, ampliación de los niveles de pobreza, el proceso de urbanización y el incremento de los patrones de consumo afectan directamente el entorno.

El incremento en los patrones de consumo genera un aumento de la producción industrial y éste a su vez contribuye al incremento de desechos industriales contaminantes. A raíz de esto, los temas ambientales empezaron a cobrar importancia cada día más y al final de los años '80 y principios de los '90, las agencias ambientales de Estados Unidos y Europa reconocieron que el marco tradicional de control de la basura industrial y la contaminación podrían ser mejorados, animando a instalaciones industriales a aplicar políticas preventivas de mayor impacto, como los tratamientos de afluentes y residuos.

Varios estudios realizados del medio ambiente por el PNUMA en 1981 y Pollution Prevention<sup>2</sup> o "P2" en 1990 habían demostrado que, en las compañías relevadas, si los procesos se hubieran manejado con más eficiencia, hubieran comenzado con la reducción de la contaminación, tiempo atrás.

Algunas agencias de investigación como el Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID/MIRA), descubrieron que podrían ayudar a casi cualquier compañía a reducir los costos productivos con un análisis sistemático de las fuentes.

Esto es conocido como ir “encima del tubo” (over of pipe), en contraposición a los tratamientos de al “final de tubo” (end of pipe), es decir antes de la descarga al ambiente. Intervenir en los procesos de producción, mejora las operaciones de compra, y en última instancia implica el diseño de los productos mismos. Pero esto requeriría de un equipo de producción, de administración y de especialistas ambientales.

En la actualidad el problema no ha cambiado mucho, la mayoría de las empresas manufacturan sus productos generando desechos y solo algunas han sido capaces de solucionar este problema, ya que todo ciclo productivo genera paralelamente al producto una serie de residuos que mediante su actividad causan efectos sobre el ambiente, y tienen consumos significativos de recursos naturales y energía, estos desechos pueden ser o no utilizados.

La presente investigación cobra importancia ya que pretende dar respuesta al problema de deficiencia en el proceso de producción con consiguiente contaminación y afectación de la salud de los trabajadores de la empresa metalmecánica.

El interés es plantear estrategias de producción más limpia y economía circular para el proceso de producción de la empresa metalmecánica y evaluar de que manera se logra un mayor aprovechamiento de los residuos y disminución de contaminantes, que sirva como estrategia para prevenir la contaminación, prevenir lesiones y enfermedades y que además sirva de modelo para las demás empresas con actividad productiva similar, para que de igual forma implementen procesos de producción que contribuyan con el medio ambiente y el cuidado de la salud de los trabajadores.

El medio ambiente es un tema importancia a nivel mundial, ya que éste ha sido incluido como punto relevante en las discusiones de las políticas de la mayoría de los países en el mundo. El presente proyecto sustenta su utilidad y beneficios en la medida en que busca un manejo eficiente de los desechos sólidos y líquidos a través de la reducción, y reúso de los mismos. De esta manera los residuos serán minimizados al igual que el impacto al ser humano y al medio ambiente.

Esto al mismo tiempo, favorece el cuidado del medio ambiente al generar menores emisiones atmosféricas y usar mejor los recursos renovables. Se buscará solucionar el problema con la finalidad de proteger al trabajador de futuras enfermedades ocupacionales y de crearle un ambiente más agradable para su mejor desempeño.

La información contenida en el proyecto es de utilidad no solo para las empresas del sector, si no, en todas las metalisterías que quieran mejorar su relación con el medio ambiente, ya que pueden tener una referencia de la aplicación del modelo de producción más limpia en este tipo de empresas. Así mismo, todos aquellos organismos encargados que tienen relación con el desarrollo de empresa y medio ambiente pueden encontrar en este proyecto un referente .

Con todo lo anterior se podrá diseñar estrategias de producción más limpia y economía circular como componente de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para los procesos de una empresa Metalmecánica.

### **1.1 Descripción del problema**

La empresa objeto de investigación y estudio en el presente trabajo es una empresa dedicada a la producción Metalmecánica (Metalistería).

Está interesada en mejorar sus controles de seguridad y salud en el trabajo a partir procesos de producción alineados con un buen desempeño ambiental que minimicé al máximo sus impactos al medio ambiente y a las personas.



En los procesos de Metalistería , la empresa genera una cantidad significativa de emisiones (Humos Metálicos, dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, etc.) y residuos como retales sobrantes, escorias, polvos Metálicos, humos Metálicos, discos de pulidoras de desbaste, etc. a los cuales no se les ha dado un buen manejo y que están generando impactos negativos en el ambiente y problemas de salud a las personas porque no hay controles adecuados sobre las emisiones generadas por las actividades de soldaduras y metalistería, contaminando su entorno.

Por otra parte, los residuos sólidos generados no cuentan con disposiciones para su adecuado manejo.

La planta no cuenta con una sistema adecuado para extracción de humos metálicos, lo cual se somete a los operador y personal expuesto a riesgos ocupacionales asociados entre ellos están los altas temperaturas ,Humos metálicos, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ruido, quemaduras, radiación infrarroja, incendió, explosiones, por lo que resulta tener muy en cuenta el impacto ambiental que estos generan que son algunos como Contaminación Ambiental, Daños a la Propiedad, Daños a la Comunidad, Destrucción de las Condiciones Laborales (Enciclopedia de la salud y el trabajo, 2012, p. 3250) “Enfermedades Profesionales y accidente de Trabajo), situación que obliga a plantear la búsqueda de diversas estrategias de gestión para la intervención de los riesgos.

De acuerdo a los procesos de metalistería, los residuos y emisiones más comunes son los generadas en los procesos de oxicorte y soldadura y se describen en la Tabla 1.

Tabla N°.1  
*Emisiones comunes de oxicorte y soldadura*

<b>Residuos</b>	<b>Emisiones</b>	<b>Efectos generados</b>
fundentes polvos metálicos	humos metálicos (cadmio, plomo y otros)	molestias e irritación en las vías respiratorias
productos de descomposición de recubrimiento de piezas (costras pinturas y óxidos)	de dióxido de nitrógeno de ruido radiación infrarroja monóxido de carbono fluoruros radiación ultravioleta ozono rayos x calor radiación laser	estos metales pueden causar congestión nasal y de mucosas, ulceraciones con perforaciones del tabique nasal, irritación local en los pulmones y tracto gastrointestinal; también se pueden desarrollar enfermedades crónicas de las vías respiratorias altas y bajas, posible cáncer de pulmón como ocurre con el cromo vi; fatiga, dolor de cabeza, vómitos, repentinas convulsiones, ribete azul en las encías, incendios

Usualmente en los procesos de metalistería el manejo que se le da a algunas de las emisiones (gases, vapores, humos) es mediante la colocación de extractores de aire, los cuales, se sitúan en el área de trabajo con una manga para evacuar las emisiones generadas por los procesos de soldado y oxicorte en el área de trabajo; pero este método no resuelve del todo el problema relacionado con el manejo de emisiones contaminantes porque solo se trasladan las emisiones del área operativa hacia el exterior (ambiente) sin un tratamiento adecuado generando un impacto negativo que termina por destruir la calidad del aire y la generación de focos de contaminación ambiental.

Por otro lado la escoria producida por la soldadura tiene muchos usos comerciales. A menudo se vuelve a procesar para separar algún otro metal que contenga. (Fernández, Arias, Portilla, 2010.pag 243) “Los restos de esta recuperación se pueden utilizar como balasto para el ferrocarril y como fertilizante. Se ha utilizado como metal para pavimentación y como una forma barata y duradera de fortalecer las paredes inclinadas de los rompeolas para frenar el movimiento de las olas.

Los retales de aceros se pueden reutilizar en otra empresa que lo utiliza como su materia prima primordial como por ejemplo las empresas de artes metálicas, los discos de cortes se reciclan para llevarlo a un centro de acopio.

Desde el inicio de los procesos hasta su culminación y que además pueda servir de base para las demás empresas con actividades similares, fomentando así la aplicación de esta herramienta de gestión ambiental en los procesos de producción que contribuyan a la conservación de la salud de las personas y a la preservación de escenarios sostenibles.

Si los problemas de contaminación, efluentes, emisiones y mal manejo de los residuos y recursos naturales persisten, dará origen al aumento de la morbilidad laboral además del gran impacto ambiental negativo asociado a los focos de contaminación. Lo anterior conlleva a un ausentismo laboral por enfermedades profesionales que se refleja en grandes pérdidas para la empresa, además de que el vecindario y los ecosistemas se afectan con los diferentes contaminantes que se generan por las actividades productos y servicios de la empresa, trayendo como consecuencia el incumplimiento de objetivos, metas y propiciando las pérdidas, multas y sanciones por entes de control.

La solución del problema pretende dar un manejo más eficiente a las materias primas, energía y otros insumos en los procesos, mitigando la carga de contaminantes en las emisiones de la planta y creando una disminución de los requerimientos para el tratamiento y disposición final de los desechos generados, para mejorar las condiciones locativas, la prevención de factores de higiene, el mejoramiento de la imagen pública y el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo y ambientales vigentes.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Es posible fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de una empresa de mantenimiento metalmecánico a partir de la implementación de programas de producción más limpia (PML) y economía circular?

### 1.3 Justificación

La justificación de esta propuesta estriba en conceptualizar herramientas útiles e integradoras en materia ambiental y de seguridad y salud en el trabajo capaces de mejorar el impacto al ambiente y al personal expuesto, generado por los procesos de producción y apoyo asociados a los procesos de metalistería de la empresa, así como marcar pautas que permitan una expansión de estas prácticas a nivel general (gestión empresarial global).

Con este compromiso no se pretende abarcar todas las metodologías ambientales, tales como análisis del ciclo de vida (en Mayor Profundidad), buenas prácticas, sistemas de gestión ambientales (la serie ISO 14000, Responsabilidad Integral, Sistemas S&SO, Sistema Comunitario de Gestión y auditorías medioambientales, las Normas Ekoscan, etc.) puesto que estos sistemas de gestión están muy ligados a las decisiones estratégicas de la empresa y se escapan del objeto del presente.

Otra importante justificación es que además de los beneficios de unos ambientes sanos y saludables de trabajo que se pueden lograr con la implementación de un programa de producción más limpia y economía circular, también tienen cabida otros, como lo son los beneficios financieros, operacionales y comerciales; eso sin mencionar que producción más limpia y economía circular no siempre requieren la aplicación de nuevas tecnologías y equipos, generalmente su punto de apoyo comienza simplemente con buenas prácticas de manufactura. Las técnicas más comúnmente utilizadas son: buenos procedimientos de operación, sustitución de materiales, cambios tecnológicos, reciclaje interno, rediseño de productos entre otros.

A continuación se podrá ver las justificaciones desde diferentes puntos de vista:

Para **LOS ACCIONISTAS** además de menores costos por atención de accidentes y enfermedades laborales, este tipo de medidas implica, desde el punto de vista financiero, una alternativa que racionaliza la inversión y de paso

mejora los TRI (Tasa Interna de Retorno) como consecuencia de una mejor comercialización de servicios que como fin tienen la maximización del valor de la empresa y en el mejor de los casos la capacidad de generar rendimientos superiores al promedio que pueden ser reinvertidos en mejores condiciones para trabajadores y otras partes interesadas.

Para **LOS CONSUMIDORES** con la Implementación de estas medidas, los procesos de ejecución de servicios relacionados a la empresa pueden mejorar su capacidad operativa además de generar impactos más positivos en la comunidad y el ambiente, garantizar en gran medida la satisfacción del cliente en términos de oportunidad y necesidades y propiciar un escenario más favorable para el manejo de los riesgos laborales. Por otra parte, la Implementación de PML podría facilitar a la empresa alcanzar objetivos vitales como el posicionamiento, mayor participación en el mercado, mayor volumen de comercialización de servicios, fidelización de clientes.

Para **LOS TRABAJADORES** una medida como esta le facilita la consecución de ambientes sanos y saludables para trabajar, contribuyendo a la prevención de accidentes y enfermedades laborales.

Para **LA SOCIEDAD** poder contar con una empresa capaz de satisfacer sus necesidades y de crear un escenario que genere condiciones de bienestar para todos sus actores y el medio ambiente.

Para la **TECNOLOGÍA** A través del funcionamiento de esta planta se pueden estandarizar los procesos metalmecánicos (metalistería) y programa de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, de acuerdo a las características, gustos, preferencias y necesidades propias de la región.

Para alcanzar un alto grado de competitividad en la región se requiere del fomento de la industria metalmecánica como una combinación exitosa de tecnologías.

En lo **ECONOMICO** implica ahorros en costos por prestaciones económicas y asistenciales, multas, demandas por mal desempeño en la prevención de riesgos ocupacionales, generación de nuevos ingresos propios de la economía circular, además de que facilita la generación de productos metalmecánicos más competitivos. El proyecto se justifica en la necesidad de creación de industrias en una región puramente comercial contribuyendo al desarrollo socioeconómico en la región.

La ejecución de la presente estrategia promoverá la generación de actividades económicas en las empresas productoras metalmecánicas (metalistería).

#### **1.4 Objetivo general**

Realizar una propuesta para el fortalecimiento del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de una empresa de mantenimiento metalmecánico, apropiando los aportes de la producción más limpia y la economía circular, con el fin de reducir costos, incentivar innovaciones y mitigar factores de riesgo ocupacional

#### **1.5 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico que permita establecer los impactos negativos al ambiente y en la salud de los trabajadores que se generan en una empresa metalmecánica, utilizando la metodología del programa de producción más limpia y economía circular
- Diseñar un sistema de mejoramiento SST utilizando las técnicas del programa de producción más limpia y economía circular para una empresa metalmecánica.
- Integrar las estrategias de producción más limpia y economía circular al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de una empresa metalmecánica

## MARCO REFERENCIAL

### 2. ESTADO DEL ARTE

#### 2.1 Antecedentes de la Investigación

En los últimos años ha adquirido una especial importancia el SG-SST, para cual se encontró abundante información sobre su base teórica, metodología de implementación, recomendaciones para su éxito; pero existe poca información sobre su aplicación en el ámbito Metalmecánico y de su forma de medición.

Con el ánimo de reconocer claramente los antecedentes documentales relativos al sector metalmecánico, se hará una síntesis clara y resumida del sector metalmecánico a nivel nacional, regional y local.

La presente tiene objetivo una empresa del Sector Meta/mecánico, fue llevada a cabo con la intencionalidad de mejorar los niveles de conciencia y gestión interna, asociados a la seguridad y salud laboral en el marco del SGI. Bajo este propósito, lo primero que se realizó fue diagnosticar la situación actual de la empresa en el área HSEQ.(Salud, Seguridad, Medio ambiente y Calidad), proceso cuyo objeto era conocer la actualidad de la compañía en relación con este modelo. Determinar las causas de los posibles incumplimientos o no conformidades con relación a las normas establecidas, correspondió a la fase subsecuente, la cual era imperioso conocer para identificar acciones de mejora y de solución consecuentes. Con toda esta información, se diseñaron los lineamientos parametrizados en un plan de mejoramiento que involucró la implementación de diferentes subprocesos de revisión, diagnóstico y solución, fundamentales para que esta organización pudiese cumplir a cabalidad con el marco legal establecido. **Galeano Abadía, D. (2018). Consultoría y asesoría en el componente de Seguridad y Salud en el Trabajo dentro del marco del Sistema de Gestión Integral de una empresa del sector metalmecánico (año 2018).**

La actividad que desarrolla a continuación tiene como finalidad una propuesta de revisión del Sistema de Gestión, Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST),

aplicado a la empresa Metalmecánica Loferrager, con presencia en el mercado de 15 años. El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), es una disciplina que trata de prevenir las lesiones y las enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, además de la protección y promoción de la salud de los empleados. El SG-SST, que debe ser implementado por todos los empleadores, consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua, lo cual incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora, con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en los espacios laborales. En la empresa la evaluación de la matriz de evaluación inicial del SG-SST, presenta una calificación viable, de igual forma se identifican el incumplimiento de algunos ítems, en cuanto a la compra y adquisición de productos, evaluación y selección de proveedores, conformación del COPASST y el impacto sobre la seguridad y salud en el trabajo. La presente propuesta está desarrollada por medio de la metodología investigativa cualitativa, basada en la observación directa de la empresa Metalmecánica Loferrager, que permite realizar los análisis para la implementación inicial, la descripción de la transición de las fases, y con los resultados encontrados, se establece el Plan de Mejora para el año 2020, dejando listo y aprobado para la empresa, el Plan Anual del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, que refleje mejores ambientes de trabajo y bienestar. **Morrón Hernández, J. J. Propuesta Estratégica de Mejora en la Implementación de los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en la Empresa Metalmecánica Loferrager.**

En este trabajo se presenta una propuesta de implementación del sistema de seguridad y salud en el trabajo en Ingeniag Diseño & Construcción LTDA basado en la NTC ISO 45001:2018 y la Resolución 0312 de 2019 bajo el contexto de la Ley Colombiana en la que desarrolla sus actividades. La empresa objeto de estudio está especializada en prestar servicios de restauración y mantenimiento metalmecánico, eléctrico, electrónico, obras civiles y pinturas especiales en diferentes plantas industriales. Inicialmente se realizó un diagnóstico con el fin de determinar el estado actual de la empresa en cuanto a las actividades de



seguridad y salud en el trabajo y el cumplimiento de los requisitos normativos, se hizo uso de una herramienta en Excel que permitiera visualizar los requerimientos de la ISO 45001:2018 en concordancia con los de la resolución 0312 de 2019, esto con el fin de evaluar de forma conjunta el cumplimiento de los mismos. Acto seguido se realizó una matriz de riesgos basada en la metodología que se describe en la GTC 45, en conjunto con la herramienta del grado de peligrosidad (GP), así se identificaron los peligros y se valoraron los riesgos para el proceso de acabados de la compañía, por último, se construyó un programa en donde se detallan las actividades, los tiempos y los responsables con el fin de cerrar las brechas identificadas en la organización. Mediante el desarrollo del trabajo se identificó un porcentaje bajo de cumplimiento respecto a los requerimientos ya mencionados, se espera que, con la implementación del sistema de gestión en SST, se logre mejorar el desempeño en los procesos y la interacción entre los mismos. **Guerrero Salamanca, D. (2020). *Plan de implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo basado NTC ISO 45001: 2018 en la empresa Ingeniag Diseño y Construcción Ltda* (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).**

Considerando la importancia de la seguridad Industrial en estos tiempos, y teniendo en cuenta las estadísticas actuales para empresas del sector metalmecánico, en las que se puede reflejar que muchas de estas carecen de la implementación de un sistema de seguridad y salud en el trabajo, a través de este trabajo se puede dar un alcance inicial para que no solo la empresa de estudio sino las diferentes empresas de este sector puedan implementar su sistema SST. Este trabajo ofrece modelos de Matriz de IPER, plan anual de trabajo, Procedimientos y programas dan la posibilidad de implementar el sistema de seguridad y salud en el trabajo. **Gómez Tabimba, W. J., Torres Alarcón, L. R., & Velásquez Rojas, S. C. (2021). *Propuesta de diseño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo bajo los estándares mínimos de la Resolución 0312 de 2019, para la Empresa Metalmecánica Metálicas Torres H.***

El proyecto consistió en realizar la evaluación de cumplimiento a los estándares mínimos de acuerdo a la Resolución 312 de 2019 y de acuerdo a los resultados se estableció el respectivo plan de mejoramiento para garantizar el cumplimiento

de los mismos, luego se realizó la identificación de peligros y valoración de riesgos de acuerdo a lo que establece la GTC-45 permitiendo identificar los riesgos prioritarios sobre los cuales diseñar los componentes principales del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo para la empresa Servicios Metalmeccánicos HGO. Dentro del diseño de componentes el principal documento que se generó fue un programa de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo el cual consolida la estructura y el diseño del SG-SST para la empresa Servicios Metalmeccánicos HGO además de la política de Seguridad y Salud en el Trabajo, y se estableció el plan de trabajo anual y el presupuesto para el año 2021. **Gómez Tabimba, W. J., Torres Alarcón, L. R., & Velásquez Rojas, S. C. (2021). Propuesta de diseño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo bajo los estándares mínimos de la Resolución 0312 de 2019, para la Empresa Metalmeccánica Metálicas Torres H.**

El proyecto consistió en realizar la evaluación de cumplimiento a los estándares mínimos de acuerdo a la Resolución 312 de 2019 y de acuerdo a los resultados se estableció el respectivo plan de mejoramiento para garantizar el cumplimiento de los mismos, luego se realizó la identificación de peligros y valoración de riesgos de acuerdo a lo que establece la GTC-45 permitiendo identificar los riesgos prioritarios sobre los cuales diseñar los componentes principales del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo para la empresa Servicios Metalmeccánicos HGO. Dentro del diseño de componentes el principal documento que se generó fue un programa de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo el cual consolida la estructura y el diseño del SG-SST para la empresa Servicios Metalmeccánicos HGO además de la política de Seguridad y Salud en el Trabajo, y se estableció el plan de trabajo anual y el presupuesto para el año 2021. **Galindo Nuñez, Y. (2021). Diseño del SG-SST para la empresa Servicios Metalmeccánicos HGO.**

El presente trabajo de grado tiene como finalidad el diseño del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo bajo la normatividad vigente para la empresa industria metalmeccánica "INMECOM LTDA" ubicada en el barrio ricaurte - Bogotá, dedicada a la fabricación de parrillas y rejillas, con el fin de responder a las necesidades en materia de salud y seguridad de todos sus empleados a lo largo del trabajo. Se realizó el diagnóstico inicial y se identificaron los factores de

riesgo en los procesos. Así mismo, se establecieron las medidas de intervención, el plan de monitoreo y evaluación y toda la documentación requerida para dar cumplimiento al decreto 1072 del 2015. **Cruz Carrillo, A. F., Mariño Calderon, C. A., & Castro Reinoso, Y. P. Diseño del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo Bajo la Normatividad Vigente para la Empresa Industria Metalmeccánica “Inmecom Ltda.” Ubicada en el Barrio Ricaurte-Bogotá.**

Estructurar el sistema de Gestión en salud y Seguridad en el trabajo, en la empresa METALMECANICAS EL PUERTO con el fin de mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores. Realizar un diagnóstico inicial en la empresa. Analizar la documentación administrativa. Aplicar una encuesta sociodemográfica y morbilidad. Analizar la vulnerabilidad de las amenazas existentes en la empresa. Valorar los peligros y analizar las tareas críticas. Capacitar a los trabajadores en la investigación de accidentes y el COPASST. Proponer una política del SG-SST. Proyectar un reglamento de higiene y seguridad en el trabajo. Elaborar el plan anual de la empresa METALMECANICAS el puerto. **García Garzón, M. A., & Vargas Navarro, O. L. (2016). Seminario de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo SG-SST Metalmeccanicas el Puerto.**

Astilleros Escamilla es una organización que se dedica a la ejecución de proyectos metalúrgicos y metalmeccánicos, más exactamente en la reparación de artefactos navales que transportan hidrocarburo vía fluvial y marítima, además de ello también presta servicios de chatarrización de dichos artefactos, sandblasting y pintura, entre otros, usando su licencia de explotación minera. Este sector presenta un nivel de exposición a peligros y riesgos V por lo que lo constituye en potencial de enfermedades laborales y accidentes de trabajo por su actividad económica. Esta organización conoce el nivel de peligrosidad al que se expone cada trabajador al realizar sus actividades, por lo que ha sido un tema de preocupación en querer minimizar los riesgos existentes y evitar posibles accidentes laborales promoviendo el autocuidado y el trabajo seguro teniendo en cuenta que los trabajadores son el elemento fundamental para el buen funcionamiento de la empresa, de esta manera surge la necesidad de diseñar un

plan de mejoramiento al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) con el objeto de garantizar la seguridad de todos los trabajadores de la organización. De esta manera, el proyecto aplicado está enfocado en el desarrollo del plan mediante la realización de un diagnóstico de las condiciones de seguridad en cada uno de los procesos desarrollados dentro de la empresa, con el fin de identificar la exposición mínima de cada trabajador a los riesgos existentes en sus actividades, evaluando el SG-SST según la Resolución 0312 de 2019 y que este se cumpla de manera elocuente con la norma, la cual busca el bienestar de todos los trabajadores. **Padilla Benavides, Y. L. (2021). Diseño de un plan de mejoramiento en la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en la empresa Astilleros Escamilla-Cartagena, Bolívar.**

Toda organización debe contar con un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, que permita el control de la seguridad de sus procesos y la protección de la salud de su talento humano; logrando un mayor respaldo para la empresa y contribuyendo a un mejor desempeño y mayores beneficios. La presente tesis plantea la Implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo bajo los lineamientos de la ley 29783 y su reglamento D.S 005-2012 - TR, en una empresa de fabricación, instalación y mantenimiento de equipos de aire acondicionado, perteneciente al sector metalmecánico. Y a la vez nos apoyamos a las normas OHSAS 18001:2007 que establece las herramientas necesarias para implantar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. En los capítulos uno y dos se presentan el planteamiento metodológico de la investigación y el marco teórico describiendo conceptos básicos de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, así mismo la base legal. En el tercer capítulo se describe a la empresa, su actividad económica, su planeamiento estratégico y los trabajos que realiza. En el cuarto capítulo se muestra el diagnóstico situacional de la empresa respecto a la seguridad y salud en el trabajo, para poder planificar el proyecto de implementación, respecto a la ley 29783. En el quinto capítulo se presenta la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en relación a la empresa, definiendo su conformación y procesos principales para la planificación del proyecto de implementación. En el capítulo seis se muestra

la evaluación de los resultados de la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo bajo la Ley 29783, así también la evaluación económica. Finalmente, en el capítulo 7 se presenta las conclusiones y recomendaciones en referencia a esta tesis. **Parque Valero, G. F. (2018). Implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para reducir los Riesgos Laborales en la Empresa JCM Ingeniería Ambiental SAC.**

Los trabajos en la industria metalmecánica representan una constante exposición a riesgos laborales asociados al uso constante y durante largos lapsos de tiempo de máquinas, y herramientas manuales. El trabajo de titulación desarrollado se ha hecho con el propósito de dejar estructurado el Diseño de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la norma ISO 45001:2018, de acuerdo a las características de la metalmecánica Macusa Industrial, con la intención de que la empresa lo implemente en el desarrollo normal de sus actividades, creando e infundiendo una cultura de prevención de riesgos, y de esta manera pueda disminuir el riesgo de accidentes y enfermedades laborales. Se realizó una fundamentación teórica que involucra aspectos referentes a la industria metalmecánica, normativa legal ecuatoriana aplicable, y en específico de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Para diagnosticar el estado de la situación actual se realizó observaciones visuales de las condiciones de trabajo y métodos utilizados para prevenir riesgos laborales, se hizo una evaluación al cumplimiento de requisitos técnico legales de la normativa legal ecuatoriana aplicando el formato de inspección del Ministerio del Trabajo para empresas de 10 o más trabajadores, también se hizo una evaluación al cumplimiento de requisitos de la Norma Internacional ISO 45001:2018, utilizando un Check list de calificación al nivel de cumplimiento en cada requisito de esta norma. Como propuesta se elaboró un Manual del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, utilizando como referencia y dando cumplimiento a los puntos de la norma ISO 45001:2018, e integrándolos a los requisitos de la normativa legal ecuatoriana, la estructura de los documentos del manual se hace siguiendo lo descrito en la Decisión 957 Reglamento al Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo: Gestión técnica, Gestión Administrativa, Gestión de Talento Humano y Procesos

Operativos Básicos. Este manual tiene en su contenido el siguiente tipo de documentos: procedimientos, instructivos internos, registros, matrices, y folletos.

**Merlo Ramírez, K. D. (2020). *Diseño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, basado en la norma ISO 45001: 2018, para la empresa “Macusa” de la ciudad de Ibarra (Bachelor's thesis).***

El presente trabajo elabora la “PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA ISO 9001:2008 PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA FÉNIX MAQUINARIAS S.A.C. EN EL AREA DE PRODUCCIÓN” que pertenece al sector metal mecánico y se dedica a la producción de maquinarias a base de acero inoxidable para el sector agroindustrial alimenticio como lavadoras de jabas o bandejas, picadoras de pimiento, alcachofa, espárragos, hornos, etc.; tiene como objetivo principal la mejora de los procesos y obtención de beneficios económicos para la empresa. La empresa FÉNIX MAQUINARIAS S.A.C. ha venido posicionando en el sector y manteniendo un crecimiento adecuado debido a la relación con sus clientes debido a esto se ve en la necesidad de tener una estructura organizativa eficiente y eficaz mejorando la ejecución de sus procesos. Asimismo, en la empresa se presentan problemas que se manifiestan en la desorganización de la empresa, la dificultad en la ejecución de sus procesos, habiendo desperdicios de materia prima, mayores tiempos de producción, procedimientos no estandarizados en ninguna de sus áreas. Debido a esto, la empresa tiene la necesidad de diseñar e implantar un Sistema de Gestión de Calidad que brindara soluciones a los problemas mencionados. Para ello se realizó el diagnóstico de la empresa en base al nivel de cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2008 obteniendo un porcentaje de cumplimiento de 19%. En base al diagnóstico realizado, se identificaron sus procesos, se elaboró el Manual de Calidad, se elaboró el mapa de procesos, los procedimientos y los registros. Luego se procedió a presentar el plan de implementación del Sistema de Gestión de Calidad donde se determina las actividades a realizar, los responsables y la estrategia a utilizar. Además se elaboró el estudio económico, donde se halló el VAN (S/34,841.86) y relación beneficio/costo (1.65) obteniendo indicadores rentables. **Silva Salcedo, C., & Sulla Mendieta, E. (2018). *Propuesta de diseño e implementación de un sistema de gestión de calidad basado en la***

## **norma Iso 9001: 2008 para la empresa Metalmecánica Fénix Maquinarias SAC en el área de producción.**

La Empresa que es objeto de estudio se dedica a la de construcción especializadas en un aspecto común a diferentes tipos de estructuras y que requieren conocimientos o equipo especializados, la gerencia es consciente de la necesidad de que los productos y servicios cumplan los más altos estándares de desempeño y que sus operaciones sean ejecutadas de acuerdo con los requisitos legales relacionados a los aspectos de salud, seguridad y medio ambiente. Para poder obtener un Diseño de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en la Ejecución de proyectos de Construcción para las Industrias Metalmecánicas, se realiza un análisis de la situación actual considerando aspectos generales, análisis del factor humano, técnico y administrativo. En base a los datos estadísticos obtenidos con respecto a la accidentabilidad en el 2013, por lo que se determina la necesidad de enfocar el trabajo hacia el Proyecto Enatin General donde se ejecutan la mayoría de los Proyectos. Se determinan las actividades de riesgo significativo en base a la identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados. De acuerdo a los resultados se diseñan los requisitos del sistema, cuyo propósito final es ejercer un control efectivo sobre la seguridad y salud en el trabajo, para lograr así la reducción y prevención de incidentes. **Villacís Flores, W. N. (2014). *Diseño de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en la ejecución de proyectos de construcción para las industrias metalmecánicas de la Compañía Enatin SA* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.).**

La empresa MetalmoX Edma S.R.L. ubicada en el distrito de Paucarpata de la ciudad de Arequipa, dedicada a la producción y servicios de metalmecánica, que en mayo del 2018 obtuvo la certificación en la gestión de la calidad ISO 9001 versión 2015, con “FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS Y PIEZAS EN ACERO INOXIDABLE Y ALUMINIO” como alcance de actividades del sistema de gestión de calidad, actividades fuera de estas no contemplan las auditorias de seguimiento por parte de la empresa auditora. Cabe señalar que la empresa ya tiene identificado y definido el mapa de proceso, en las que se

encuentran los procesos de producción y la gestión de mantenimiento, que garantizan calidad en los productos y servicios generados, pero estas pueden tener un desempeño aún mejor. Es motivo del presente trabajo la mejora continua de dos procesos específicos, el primero mejorar los procesos en la producción metalmeccánica de acero inoxidable aplicando la norma ISO 9001, implementando procedimientos y métodos de inspecciones operativas antes, durante y después para reducir productos mal fabricados, como segundo objetivo mejorar la gestión del mantenimiento de equipos y maquinas utilizadas para la fabricación de productos en acero inoxidable en planta así como para servicios, implementando procedimientos y programas de inspecciones interactivos de tal manera disminuir las paradas con tiempo perdido, al final del estudio de implementación y puesta en marcha la valoración final se verá reflejada en la medición de la eficacia de la aplicación de la norma ISO 9001:2015 documentada para su posterior auditoria del año 2019 y su posterior mejora. **Puma Huanca, A. O. (2019). Proyecto de mejora en los procesos de producción metalmeccánica y gestión de mantenimiento de equipos y máquinas, del área de acero inoxidable, mediante la aplicación de la norma ISO 9001, en la empresa Metalnox Edma SRL en la ciudad de Arequipa en 2019.**

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo principal la identificación de los peligros que causan accidentes laborales a los trabajadores del Taller Mecánico Industrial Vera. Se realizó un diagnóstico de la situación actual con respecto a los riesgos de acuerdo con la normativa legal vigente en nuestro país en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, con el fin de identificar los riesgos debidosal trabajo, se utilizó la matriz IPER (Identificación de Peligros) y Riesgo Evaluación), que indicó que el mayor factor de riesgo es el mecánico, con el 49% como la causa de la mayoría de los accidentes presentes en la empresa. Se propuso la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo OHSAS 18001: 2007, que propone minimizar los riesgos encontrados en las áreas y trabajos, que deberían impartirse a los trabajadores del Taller Mecánico Industrial Vera, a los riesgos que están expuestos para la prevención **Cedeño Molina, J. D. (2019). Evaluación de los accidentes laborales en la construcción y mantenimiento de piezas metalmeccánicas: caso de estudio:**



**Taller Mecánico Industrial" Vera" (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.).**

En esta investigación se desarrolló la verificación del cumplimiento del plan de prevención, preparación y respuestas ante emergencias requerido para el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST, establecida por el Ministerio de Trabajo en el decreto 1443 de 2014, en empresas del sector industrial metalmecánico ubicadas en la ciudad de Bogotá, en la localidad de Fontibón. Con el objetivo de ver la importancia que implica su implementación en la relación costo beneficio que puede llevar a la empresa a aumentar su productividad y mejorar no sólo la calidad de sus procesos, sino también lo más importante, la calidad y condiciones de sus colaboradores en el desarrollo de sus actividades. Para ello se estudió el cumplimiento ejecutando un instrumento metodológico, el cual se desarrolló a través de la entrevista; con este fin se seleccionaron cinco empresas que cumplieron con las características necesarias para el estudio como ser Mipymes, donde se evaluaron los conocimientos sobre el plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias, por otra parte, se reflexionó sobre la importancia e impacto de esta práctica. **Acosta Herrera, K. J., & Muñoz Manrique, E. A. (2019). Aspectos del plan de prevención, preparación y respuestas ante emergencias en el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.**

La legislación y normatividad en salud ocupacional y seguridad industrial se convierte en la representación de la preocupación social por regulaciones estipulares hechas a la promoción del bienestar físico y mental del trabajador buscando evitar la ocurrencia de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Para planificar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para la empresa Mecanizados técnicos MECATEC., Se tuvo en cuenta los lineamientos normativos legales aplicables vigentes, se adopta la investigación documental y el trabajo en campo como alternativas que posibilitan la recopilación y organización sistemática de la información así como las producciones bibliográficas de autores expertos, identificando que dentro de los factores de riesgo físicos los agentes de riesgo que tienen mayor incidencia son las radiaciones no ionizantes, los ruidos continuos y las vibraciones

segmentarias. Los factores de riesgo de seguridad debido a las condiciones de orden y aseo, tecnológico por la fuga de gas, mecánico por proyección de partículas y atrapamientos. Finalmente, los factores de riesgo que afectan el bienestar ocupacional de los trabajadores, por la inhalación de polvos o humos metálicos. **Gomez Cortes, V. A., & Quiñones Gonzalez, O. J. (2017). Planificación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo para la empresa Mecanizados Técnicos MECATEC.**

El propósito de este trabajo de investigación es lograr una referencia importante en la implementación de un sistema de gestión de la calidad (SGC) en diferentes tipos de organizaciones ya que la metodología utilizada responde necesidades que tienen las empresas en mejorar sus procesos para el incremento de productividad y por ende la competitividad en el mercado. Este tipo de investigación mixta es de enfoque holístico, ya que se aplican técnicas e instrumentos cuantitativos y cualitativos con el fin de obtener un diagnóstico del estado de la organización en relación a la gestión de procesos, por el cual se realizó una encuesta con 30 colaboradores de la organización y que tienen una relación con la gestión de procesos, además de tres entrevistas a los especialistas del proceso de compras, producción y diseño e ingeniería, con el objetivo de detectar los problemas de los procesos, además se aplicó un diagnóstico base paralelo de los requisitos de la aplicación del SGC en la organización según la metodología PHVA y la norma ISO 9001:2015; a partir de esto se aplicó herramientas como la modelación de procesos, caracterización de procesos, planes y programas. En la conclusión se estableció que el método PHVA brinda un orden y secuencia del estado de la propuesta de implementación ya que determina requisitos que se cumplen según la capacidad de la organización, para esto se aplicó el modelado de procesos y su caracterización, así como otras herramientas mencionadas en el plan de actividades e indicadores o entregables. **Montesinos Celio, C. F. (2018). Propuesta de un Sistema de Gestión de la Calidad para la mejora de procesos en una empresa industrial metalmeccánica, Lima-2018.**

#### **Conclusión:**

Luego de haber analizado cada caso, con un breve análisis, nos permite dar un panorama global del estado del arte de los estudios alrededor del sector

metalmecánico. A primera vista se destaca como las empresas del sector guardan entre si claras consonancias entre los objetivos y el planteamiento para el desarrollo de los mismo; de esta forma, se definen estrategias y políticas con el objetivo de mejorar los niveles de competitividad del sector y, a su vez contemplan para su desarrollo unos estudios previos para reconocer el sector, y finalmente proponer recomendaciones a partir de un análisis de cómo se relacionan entre si todos los estudios previos para dar un mayor entendimiento sobre las realidades del mismo.

## **MARCO TEÓRICO**

### **2.2 Definición de sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo y condiciones y medio ambiente de trabajo**

El artículo 2.2.4.6.4. del Decreto 1072 de 2015, define Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) como el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en el trabajo.

El artículo 2.2.4.6.4. del Decreto 1072 de 2015, define Condiciones y medio ambiente de trabajo como aquellos elementos, agentes o factores que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores quedan específicamente incluidos en esta definición, entre otros: a) Las características generales de los locales, instalaciones, máquinas, equipos, herramientas, materias primas, productos y demás útiles existentes en el lugar de trabajo; b) Los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia; c) Los procedimientos para la utilización de los agentes citados en el apartado anterior, que influyan en la generación de riesgos para los trabajadores y; d) La organización y ordenamiento de las labores, incluidos los factores ergonómicos o biomecánicos y psicosociales.

#### **Teoría sistémica**

(DANIEL KATZ, ROBERT KAHN): Considera a las empresas como unidades constituidas por partes que interactúan, pero enfatiza sobre la influencia del entorno en la actividad de las organizaciones. La eficiencia se logra por la capacidad de las empresas para responder a las exigencias del entorno. (Evans & Lindsay, 2008)

La dirección es el planteamiento, organización, dirección y control de las operaciones de las empresas, a fin de lograr los objetivos que esta persigue, es la aplicación de los conocimientos en la toma de decisiones, incluye la tarea de reunir los objetivos, alcanzarlos y determinar la mejor manera de

llevar a cabo el liderazgo y ocuparse del planeamiento e integración de todos los sistemas, en un todo unificado.

### **Despliegue de función de la calidad (QFD)**

Es la función de desarrollo de la calidad o comúnmente conocida como el despliegue de la función de la calidad. Se trata de un sistema organizado para diseñar y rediseñar productos con dos objetivos fundamentales: 1) Asegurar que el producto va asegurar las necesidades y expectativas del cliente y la 2) Acortar el periodo de tiempo que va desde la concepción del producto (modificación) hasta su lanzamiento. (GRIMA & TORT, 1995).

### **Teoría del riesgo profesional**

Existen numerosas teorías sobre los riesgos profesionales, desde la culpa hasta la responsabilidad social al riesgo profesional que se genera de la empresa que se han sustentado en la accidentabilidad laboral. Por otra parte se refleja diferencias de más de un siglo que poco a poco se han transformado en un sistema de seguridad social integral y que dentro de ella está implícito el sistema genera de riesgos profesionales.

### **Teoría subjetiva**

Según las cuales el trabajador por el hecho del cumplimiento de su trabajo está expuesto a accidente de trabajo o enfermedad laboral que parten del ejercicio de su profesión. Los accidentes pueden surgir por una mala organización del trabajo y a su vez el estado inadecuado de las herramientas o máquinas de trabajo. De ahí surgen tales hechos como consecuencia o negligencia y falla del empleador. Por tanto la causa del accidente es atribuible al trabajador que obra con imprudencia o negligencia tiene la obligación de resarcir los daños y perjuicios. Dentro de esta línea se encuentra la teoría de la culpa, es decir la teoría del bien de naturaleza civil, según la cual el trabajador tiene derecho a reclamar o exigir una

indemnización al empleador cuando le ocurre un accidente de trabajo, siempre y cuando fuera la culpa del mismo empleador. Así mismo el trabajador no solo debería probar que había recibido un daño, que había recibido una

lesión, si no que ese perjuicio patrimonial era consecuencia directa del acto del empleador por haber incurrido en culpa (Bilesa, Rafael 1995). Teoría basada en que nadie responde por un daño sin haber incurrido en culpa o negligencia. Para que acción que emprende un trabajador tenga un debido proceso, es necesario que se realizara una relación de causalidad entre el daño por él recibido y la culpa imputada por el empleador. La dificultad presente de la prueba de culpa por parte del empleador no resarcía la totalidad de accidentes de trabajo y se llegaba a la ocurrencia de fuerza mayor o caso fortuito. Debido a las graves falencias de la teoría anterior, surge el principio de la inversión de la prueba que a su vez se convirtió en teoría. Según Sainctelette y Sauzet, sostenían que el empleador estaba obligado a garantizar la seguridad del trabajador, por tanto, todo accidente que a este le ocurriera en el trabajo era responsabilidad del empleador, siempre y cuando no se demuestre lo contrario, es decir que el empleador debería probar ahora que el accidente de trabajo había ocurrido por caso fortuito, fuerza mayor o culpa del trabajador. En el siglo XIX aparece la teoría de la responsabilidad contractual llamada la teoría de la culpa contractual. Esta se fundamenta en la existencia inequívoca de un contrato y parte del principio de que toda parte contratante es responsable de los daños que sobrevengan a la otra parte por el incumplimiento de sus obligaciones (Moreno, 1989). Así el empleador debe velar por la seguridad de todos sus trabajadores y tenerlos sano y salvos a la hora de su retiro de la empresa. Moreno, 1989 afirma, “existe sobre el empleador una presunción de culpa, en razón del contrato de trabajo, la existencia de este deberá ser probada por el trabajador al igual que la ocurrencia del accidente”.

### **Teoría objetiva**

De toda acción existe una reacción, por las teorías subjetivas se formularon las teorías objetivas las cuales se basan en que la culpa y el fundamento de responsabilidad constituyen un hecho puramente objetivo. De esta manera el empleador responde por el daño no por su culpa, ya que si maquinaria proporciona la aparición de un riesgo y ella es la que lo lucra monetariamente. La teoría de la responsabilidad objetiva precede a la del riesgo profesional, no es más que se produzca el daño y buscar el enlace de causalidad

que existe entre el hecho del trabajo y ese daño para concluir de manera inmediata la culpa que tiene el empleador por todos los daños producidos a trabajador. Según Cabanella (1990), la teoría se fundamenta en que todo daño causado por las cosas debe ser reparado por sus dueños, por quien las utiliza o se sirve de ellas, sin que cuente el concepto de culpa, al estimar que el accidente proviene del motivo o causa que se encuentra la cosa, es lógico que el dueño deba soportar las consecuencias. Ajustando la teoría de la responsabilidad objetiva por el hecho de los sucesos a los principios establecidos por la teoría del riesgo, se establece que el empleador es quien debe responder por los daños o perjuicios que genere sus máquinas de trabajo que ocasionen al trabajador no porque haya incurrido en culpa sino porque su maquinaria crea el riesgo y entre el dueño de la máquina y el trabajador es justo que el dueño sea el primero que soporte las consecuencias del daño surgido. Salvo a que este provenga de fuerza mayor, caso fortuito y culpa del trabajador. Posteriormente se da una evolución a la teoría del riesgo profesional por parte de Martin Nadaud y Raspial, que pretendieron establecer la presunción de culpa por parte del empleador; para evitar que fuese condenado a la indemnización de los daños y perjuicios debería probar que no tenía culpa alguna. Por lo anterior existe una relación de causa y efecto, entre el trabajo industrial que originan riesgos y los resultados negativos que se obtienen de la misma forma, es decir, los accidentes de trabajo o enfermedad laboral que están sometidos los trabajadores.

### **Teoría del riesgo social**

Según Fernando Henao Robledo (1994). Es la mayor de las legislaciones en el campo de la seguridad, por cuanto el interés radica en la prevención de las personas en un sitio de trabajo y no solamente en su indemnización. De la misma manera, analiza las consecuencias sociales

y las de tipo económico, como consecuencia de los riesgos laborales. Con el descubrimiento de la energía eléctrica y del petróleo, viene la Segunda Revolución Industrial. Ello permite un mayor desarrollo tecnológico (máquinas más sofisticadas y más complejas) y mayores niveles de producción, pero

aumentan también las sustancias tóxicas presentes en los procesos industriales. Por parte de José Antonio Gutiérrez (2010) Se crea mayor conciencia y mejores necesidades en los trabajadores. Vale la pena recordar como los obreros de Chicago, en huelga, reclamaban la jornada de ocho (8) horas que terminó con la masacre de Chicago, la cual se conmemora cada primero de Mayo, desde 1930. Del mismo modo, con las guerras mundiales y especialmente con la segunda, hubo importantes aportes a la medicina ocupacional; las dificultades en los sitios de trabajo de los soldados, en los puestos de los tanques, aviones, etc, dieron origen al estudio de los sistemas de trabajo y a la ingeniería humana. Simultáneamente surge la era nuclear o Tercera Revolución Industrial, como un reto que depara muchos interrogantes hacia el futuro. La conciencia de la humanidad, se concreta en la creación de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ratificada en la conferencia de la ONU en Montreal en 1946, como una reconstrucción del Bureau Internacional del Trabajo, creado por el tratado de Versalles en 1919. Su primera conferencia, señaló que la paz social depende de la existencia de la justicia social. Por esto se encarga de elaborar la legislación laboral internacional, inspirada en la idea de afirmar la paz con la mejora de las condiciones laborales en todos los países del mundo. Junto con la evolución de la legislación laboral, en todos ellos (que son la mayoría de sus miembros) se han establecido los enfoques técnicos actuales de la higiene industrial, la seguridad industrial y la medicina ocupacional. Día a día el desarrollo industrial impone mayores retos a las ciencias, de acuerdo con la introducción de nuevas sustancias tóxicas, nuevos procesos industriales y nuevos productos en el mercado, que puedan afectar al hombre, al ambiente y a la sociedad. En América Latina, con los movimientos sociales iniciados alrededor de la década del 20, empezaron a surgir los primeros intentos de protección de los trabajadores, aunque con anterioridad ya existían en diversos países algunas disposiciones al respecto, generalmente con poca base técnica.

## **TEORÍAS SOBRE EL ORIGEN DE LOS ACCIDENTES**

### **Teoría secuencial o de Heinrich**



Según W. H. Heinrich (1931), quien desarrolló la denominada teoría del “efecto dominó”, el 88 % de los accidentes están provocados por actos humanos peligrosos, el 10%, por condiciones peligrosas y el 2 % por hechos fortuitos. Propuso una “secuencia de cinco factores en el accidente”, en la que cada uno actuaría sobre el siguiente de manera similar a como lo hacen las fichas de dominó, que van cayendo una sobre otra. He aquí la secuencia de los factores del accidente:

- Antecedentes y entorno social
- Fallo del trabajador
- Acto inseguro unido a un riesgo mecánico y físico
- Accidente
- Daño o lesión

De acuerdo con esta teoría, un accidente se origina por una secuencia de hechos. Esto se visualiza mejor imaginando las causas como fichas de dominó, colocadas muy próximas unas de otras; al caer una de ellas origina la caída de las demás. Heinrich postulaba una serie de factores: A = Herencia y medio social; B = Acto inseguro; C = Falla humana; D = Accidentes; E = Lesión A B C D E Obviamente pueden configurarse otros tipos de secuencias.

### **Teoría multifactorial**

Según Mangosio (2008). La presencia simultánea de todos los factores anteriores implica el accidente D. Por ejemplo, un accidente automovilístico puede producirse por la concurrencia de niebla, deficiente estado de los neumáticos y agotamiento del conductor. Se ha comprobado que los accidentes en una industria de magnitud se distribuyen.

### **Teoría de la propensión de accidentes**

De acuerdo con ella, existe un subconjunto de trabajadores en cada grupo general cuyos componentes corren un mayor riesgo de padecerlo. Los investigadores no han podido comprobar tal afirmación de forma

concluyente, ya que la mayoría de los estudios son deficientes y la mayor parte de sus resultados son contradictorios y poco convincentes. Es una teoría, en todo caso, que no goza de la aceptación general. Se cree que, aun cuando existan datos empíricos que la apoyen, probablemente no explica más que una proporción muy pequeña del total de los accidentes, sin ningún significado estadístico (Adolfo BOTTA, 2010).

### **Teoría de la causalidad pura**

De acuerdo con ella, todos los trabajadores de un conjunto determinado tienen la misma probabilidad de sufrir un accidente. Se deduce que no puede discernirse una única pauta de acontecimientos que lo provoquen. Según esta teoría, todos los accidentes se consideran incluidos en el grupo de hechos fortuitos de Heinrich y se mantiene la inexistencia de intervenciones para prevenirlos (Adolfo BOTTA, 2010).

### **Teoría de los síntomas frente a las causales**

No es tanto una teoría cuanto una advertencia que debe tenerse en cuenta si se trata de comprender la causalidad de los accidentes. Cuando se investiga un accidente, se tiende a centrar la atención en sus causas inmediatas, obviando las esenciales. Las situaciones y los actos peligrosos (causas próximas) son los síntomas y no las causas fundamentales de un accidente (Adolfo BOTTA, 2010).

### **Teoría probabilística**

X:  $t$  = tiempo donde:  $m$  es el valor medio absoluto.  $P(t)$  Probabilidad de ocurrencia del accidente en el tiempo  $t$  Esto estaría en contradicción con lo expresado anteriormente, dado que todos los accidentes tienen causas definidas. Pero siempre seguirán produciéndose accidentes en el hogar, en la industria, en el tránsito, etc. Este enfoque es muy útil para la administración y para el estudio de eventos poco probables (Mangosio, 2008).

### **Definición de producción más limpia (PML) y economía circular**

Al final de los años 80 y principios de los 90, las agencias ambientales en los Estados Unidos y Europa reconocieron que el marco tradicional de control de la

basura industrial y la contaminación podría ser mejorado, animando a instalaciones industriales a aplicar políticas preventivas de mayor impacto, como los tratamientos de efluentes y residuos.

Los investigadores descubrieron que podrían ayudar a casi cualquier compañía a reducir los costos productivos con un análisis sistemático de las fuentes. (Van. 2008. p. 48) “Esto es conocido como ir “encima del tubo” (over of pipe), en contraposición a los tratamientos de al “final de tubo” (end of pipe), es decir antes de la descarga al ambiente”

En los años 90, en los Estados Unidos estas nuevas ideas y métodos fueron formalizados. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos decidió llamarla “Prevención de la polución” (Pollution Prevention) o P2. El P2 se plasmó en un acta en la cual parte de la declaración recalca la idea que aunque el tratamiento de los desechos era importante, el esfuerzo debía hacerse en la prevención de la generación de los residuos al final del proceso, para evitar que tenga que ser tratados.

Por su parte, los países de la región manifestaron en la iniciativa latinoamericana para el Desarrollo Sustentable (2002), presentada en la Cumbre, la necesidad de incorporar conceptos de Producción Limpia en las industrias, crear centros nacionales de producción limpia y trabajar en pos de un consumo sustentable. Esto establece el marco a nivel internacional para definir políticas nacionales y desarrollar planes de acción en producción limpia.

En países en vías de desarrollo, donde Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) es un recurso importante para la política ambiental, no existían o había deficientes regulaciones para el tratamiento de la contaminación ambiental. La prevención sería por tanto rentable a través de una mejora en el manejo, logrando mayor eficacia como la única manera de reducir la contaminación de la industria. El PNUMA llamó a esto “Producción más Limpia”, CP (Cleaner Production) o P+L y promovió su aplicación convirtiéndose en el término usado en casi todos los países, con excepción de los Estados Unidos donde se utilizaba Prevención de la Polución.

Es importante resaltar el interés público a nivel internacional que ha generado la creación de modelos que generen un beneficio y aminoren el impacto ambiental a causa del desarrollo que existe a nivel industrial, por eso desde hace décadas se

han creado organizaciones, se realizan congresos, conferencias que contribuyen a que este proceso de concientizar acerca del daño ambiental siga siendo tema primordial, (Van. 2008. p. 48) “solo es mencionar las cumbres realizadas a partir de la realizada por naciones unidas en el año 1972 en Estocolmo, la Conferencia para el Medio Ambiente Humano. De ésta surgió la Declaración de Estocolmo, en la cual se construyeron los cimientos para la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente -PNUMA- (UNEP, 2000). En diciembre de 1983, la Asamblea General de la Organización”.

Adicionalmente, la UNEP promociona la Declaración Internacional en Producción más Limpia, la cual es una acción pública y voluntaria del compromiso en la práctica y la promoción de la PML. El concepto de la Producción más Limpia es diferente al concepto de "fin de tubo"(Van. 2008. p. 48). Este último incluye el uso de una variedad de tecnologías y productos para el tratamiento de los desechos sólidos, los vertimientos líquidos, - emisiones gaseosas y, en general, todo tipo de contaminación una vez producida. Estas tecnologías, en general, no solo reducen la contaminación, sino que disminuyen su toxicidad trasladándola de un medio a otro.

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la producción más limpia es “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia total y reducir los riesgos para el ser humano y el medio ambiente. Este concepto puede ser aplicado a diferentes procesos industriales, a productos en sí mismos y a varios servicios ofrecidos a la sociedad. En procesos productivos, la PML involucra la conservación de materias primas, agua y energía con la disposición de materiales tóxicos y peligrosos y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos en la fuente. En productos, la producción más limpia ayuda a reducir el impacto

ambiental, en la salud y en la seguridad de los productos durante todo su ciclo de vida” (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA))

Las empresas metalmecánicas en sus procesos abarcan una cantidad significativa de actividades que generan una variedad de salidas (generación de emisiones, generación de aguas residuales, variedad significativa de residuos, etc.). Susceptibles de ser tratadas en el proceso para Minimizar los aspectos al ambiente.

La política de control de la contaminación ambiental ha cambiado sustancialmente desde finales de los años 80, hacia nuevas tendencias preventivas que formulan la pregunta ¿Qué hacer con los residuos? ¿Qué se puede hacer para no generar residuos? Sobre este replanteamiento surge el tema de producción más limpia.

Esta expresión indica realmente una producción ambientalmente más limpia, para generar un “producto final respetuoso con el medio ambiente”, como resultado de un proceso que incorpora en cada una de las fases del ciclo de vida de los productos las “Mejores prácticas ambientales”.

Los principios de la producción más limpia (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia) “tienen muchas aplicaciones en las industrias navales, de hecho, estos principios son necesarios para asegurar la Calidad y la productividad sin deteriorar

el medio ambiente “es un concepto de vida sustentable, basado en la reutilización de residuos que de otra manera serían almacenados y/o incinerados, contribuyendo así a la descontaminación del ambiente.

Bajo el enfoque de economía circular, se busca reducir la producción de residuos, reciclar y valorizar la mayor cantidad posible de materiales, así como promover la fabricación de producto de larga vida útil. Su premisa básica es el cambio de modelo de consumo, primando la reducción de productos de un solo uso y la reutilizando productos ya fabricados, también se promueve la separación

en origen que consiste en que cada ciudadano separe los residuos reciclables de los que no lo son y que pueda desecharlos de manera diferenciada.

La primera ciudad en aplicar este tipo de legislación fue Canberra, Australia que en 1995 se planteó “ningún desecho en el 2010”. La ciudad de San Francisco, en Estados Unidos, con 7.000.000 habitantes, también la aplicó al mismo tiempo y logró reducir en un 50% sus residuos urbanos en 10 años.

## **MARCO LEGAL**

El gobierno colombiano ha establecido una serie de compromisos internacionales en lo que respecta el cuidado de la vida y de la salud de los trabajadores, es por tal razón que ha implementado el Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 2013-2021 bajo el lema “Hacia una cultura preventiva”, cuyo objetivo principal es adoptar en la normatividad colombiana aquella reglamentación europea de países pioneros en la gestión de riesgos laborales como España, para así obtener unos estándares más altos en materia de prevención. Bajo este principio, se ha desarrollado la normatividad existente, cuyo principal cambio ha sido la expedición del Decreto único reglamentario del sector trabajo, el Decreto 1072 de 2015, el cual específicamente en su único reglamentario del sector trabajo, el Decreto 1072 de 2015, el cual específicamente en su y salud en el trabajo siguiendo los principios establecidos en la norma ISO 45001:2018 y la normatividad legal vigente española, entre ellas el Real Decreto 39 de 1997. (Ministerio del Trabajo, 2014) Existe normatividad complementaria al Decreto 1072 de 2015 que es pertinente conocer para la ejecución de este proyecto, relacionada con higiene y seguridad industrial, gestión de peligros y riesgos y la actividad del servicio de instalación de sistemas para la conducción de cableado eléctrico, la cual se relaciona a continuación:

### **2.3 Marco legal Nacional**

Resolución 2400 de 1979: Considerado estatuto de seguridad industrial con 711 artículos enmarca los requerimientos básicos de higiene y seguridad que debe tener los establecimientos de trabajo, con el fin de prevenir enfermedades,

accidentes de trabajo, preservar y mantener la salud física y mental de los trabajadores, (Mintrabajo, 1979) Ley 99 de 1993: Por medio de esta ley se da paso a la creación del Ministerio del Medio Ambiente, además se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, se establece en el numeral 9: La prevención de riesgos será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento. (Congreso, 1993) Decreto 1072 de 2015: El siguiente decreto expide el reglamento único de trabajo. En su artículo 2.2.4.6.8. Expone la necesidad de gestionar los peligros y riesgos, a los que se encuentran los trabajadores dentro de la empresa, y como el empleador adoptar disposiciones efectivas para desarrollar las medidas de identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos y establecimiento de controles que prevengan daños en la salud de los trabajadores, en los equipos e instalaciones. (Mintrabajo, 2015) El SG-SST debe ser liderado e implementado por el empleador o contratante, con la participación de los trabajadores y/o contratistas, garantizando a través de dicho sistema, la aplicación de las medidas de Seguridad y Salud en el Trabajo, el mejoramiento del comportamiento de los trabajadores, las condiciones y el medio ambiente laboral, y el control eficaz de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo. Para el efecto, el empleador o contratante debe abordar la prevención de los accidentes y las enfermedades laborales y también la protección y promoción de la salud de los trabajadores y/o contratistas, a través de la implementación, mantenimiento y mejora continua de un sistema de gestión cuyos principios estén basados en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). (Mintrabajo, 2015) Resolución 1401 de 2007: Esta resolución da a conocer las bases para realizar las investigaciones de incidentes y accidentes de trabajo, por lo que las investigaciones se realizan dentro del plazo definido en la presente resolución, máximo 15 días después de ocurrido el evento. (Ministerio, Resolución 1401, 2007) Resolución 2013 de 1986: Dando cumplimiento a la presente resolución la empresa cuenta actualmente con un comité de Seguridad y Salud en el Trabajo COPASST, permitiendo gestionar los riesgos y llevar a cabo las actividades de medicina, higiene y seguridad industrial. Resolución 1016 de 1996: Reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional

que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país, dentro de los programas de seguridad y salud en el trabajo, se enfoca la gestión de los peligros y riesgos de la organización. (Mintrabajo, 1989) Resolución 90708 de 2013: Este Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, es un documento técnico-legal para Colombia expedido por el ministerio de Minas y energía, contiene los lineamientos más importantes sobre la seguridad y buenas prácticas eléctricas, está conformado por 39 Artículos y 211 páginas, (Retie, s.f.) Dentro de la empresa se tiene en cuenta cada uno de los conceptos definidos en esta Resolución con el fin prevenir accidentes de trabajo y enfermedades laborales.

Resolución 40122 De 2016: El objetivo del Retilap es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, garantizando: Los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación. (Minas, 2016) Ley 100 de 1993: Esta ley crea el sistema de seguridad social integral, la cual debe ser aplicada en todas las empresas con el objeto de garantizar los trabajadores y la comunidad para obtener la calidad de vida acorde con la dignidad humana. (Congreso, 1993) Código Sustantivo del Trabajo: Adoptado por el Decreto Ley 2624, En el artículo 57 se establece la obligatoriedad de gestionar los peligros y riesgos por parte de la organización. (Mintrabajo, 2011)

Resolución 0312 de 2019: Esta resolución modifica los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo para empleadores y contratantes. (Mintrabajo, 2019)

Decreto 1443 de 2014: Este decreto dicta las disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, que deben tener en cuenta las empresas para la implementación del (SG-SST), actualmente se encuentra derogado. (Safetya, 2019)

Decreto 1443 de 2014: Este decreto dicta las disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo,



que deben tener en cuenta las empresas para la implementación del (SG-SST), actualmente se encuentra derogado. (Safetya, 2019)

Resolución 1409 de 2012: Esta Resolución define el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas, las responsabilidades del empleador, trabajador y ARL, así mismo establece que los equipos de protección contra caídas deben ser certificados, compatibles entre sí e inspeccionados antes de su uso y anualmente por el fabricante, define las medidas de prevención y de protección pasivas y activas contra caídas. (Mintrabajo, 2012)

Resolución 1231 de 2016: Esta resolución adopta como mecanismo estándar la Guía metodológica para la emisión de observaciones y aval de los Planes Estratégicos de Seguridad Vial, (Transporte, 2016).

Decreto 2157 del 2017: El Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP) incluirá, entre otros aspectos, el análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitarios o humano no intencional, sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia de posible afectación por la entidad, así como de su operación que puedan generar una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad. (Presidencia, 2017)

Resolución 2388 de 2016: Define las tarifas a cotizar para el Sistema General de Riesgos Laborales, clase de riesgo, I 0.522%, II 1.044%, III 2.436%, IV 4.350% y V: 6.960%., (Salud, 2016) la empresa se encuentra clasificada en riesgos I para el personal administrativo y IV para el personal operativo.

Resolución 2404 de 2019: Se adopta la batería de instrumentos para la evaluación de factores de Riesgo Psicosocial, la guía técnica general para la promoción, prevención e intervención de los factores psicosociales y sus efectos en la población trabajadora y sus protocolos específicos y se dictan otras disposiciones, (Mintrabajo, 2019) actualmente la empresa no cuenta con esta batería implementada.

## **2.2 Marco legal Internacional**

ISO 45001: 2018: Esta norma busca garantizar la mejora continua a través de unas condiciones de trabajo seguras y saludables que prevengan accidentes laborales y enfermedades profesionales, para contribuir proactivamente a la seguridad y salud en el trabajo, el propósito del sistema de gestión de la SST es proporcionar un marco de referencia para gestionar los riesgos y oportunidades para la SST. El objetivo y los resultados previstos del sistema de gestión de la SST son prevenir lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo a los trabajadores y proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables; en consecuencia, es de importancia crítica para la organización eliminar los peligros y minimizar los riesgos para la SST tomando medidas de prevención y protección eficaces. (45001, 2018)

ANSI Z359-1: El propósito de esta norma es regular la variedad de los equipos elaborados en el rápidamente creciente campo de la Protección contra Caídas. En donde nos menciona los equipos necesarios para la realización de esta labor como los son: arneses, cuerdas de seguridad, cuerdas salvavidas, amortiguadores de impacto, detenedores de caídas y componentes de equipo como conectores, cuerda, correas, hilo y casquillos. La empresa en el momento de contar con los equipos para la protección de caídas en altura es guiada por esta norma. Una vez verificada y analizada la normatividad legal con relación a los conceptos definidos en el marco teórico, se cuenta con un panorama más claro acerca de los temas relevantes del proyecto, lo que facilitará el desarrollo de todas las actividades relacionadas. (ANSI, 2007)

NTP 330: Esta Guía contiene el método para medir la dimensión de los riesgos que existen con el objetivo de jerarquizar, con el fin de establecer prioridades para la eliminación y control del riesgo, actualmente este método no es utilizado en la compañía, por lo tanto, la implementación de este sería de gran aporte para disminuir la cantidad de riesgos que se generan El INSHT: elaboró y publicó en 2003 la Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico, que ahora se ha considerado necesario revisar, ampliando y actualizando su contenido, para recoger la experiencia obtenida durante sus años de vigencia y que, al incidir en los puntos más importantes del real decreto y de los problemas de su aplicación, pueda contribuir a mejorarla. (AEPSAL, 2019)

ILO-OSH 2001: El empleador tiene la obligación de rendir cuentas y el deber de organizar la seguridad y salud en el trabajo. La puesta en práctica del presente sistema de gestión de la SST ofrece un enfoque útil para cumplir este cometido. La OIT ha elaborado las presentes directrices como un instrumento práctico que ayude a las organizaciones y las instituciones competentes a mejorar continuamente la eficacia de la SST. (ILO-OSH, 2001) Reglamento SART: (Sistema de Auditoría de Riesgos del Trabajo), el cual tiene como objeto regular los procesos de auditoría técnica de cumplimiento de normas de prevención de riesgos del trabajo, por parte de los empleadores y trabajadores sujetos al régimen del Seguro Social. El del trabajo, por parte de los empleadores y trabajadores sujetos al régimen del Seguro Social. El (SART, 2003)

Ley 29783: El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. La ley 30222 ha modificado alguno de los artículos de esta ley, con el fin de ampliar el tema de seguridad y salud en el trabajo en las empresas de Perú. (Congreso, LEY N° 29783, 2016)

Ley 16744: Esta contempla el seguro social obligatorio a cargo del empresario, con el propósito de proteger a los empleados contra los riesgos laborales que se encuentran expuestos, con el objetivo garantizar a los trabajadores un seguro en el cual se puedan cubrir cuando presenten enfermedades laborales, accidentes o incidentes de trabajo. (Mintrabajo, 1968)

Real Decreto 614 DE 2001: El presente Real Decreto establece, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo, incluye los riesgos relacionados a continuación: Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto). Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico, Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico. Incendios o

explosiones originados por la electricidad, Instalaciones eléctricas. (Presidencia, 2001)

ANSI / ISEA Z89.1-2014: Proporciona los requisitos y métodos de prueba requeridos. La ANSI / ISEA Z89.1-2014: Proporciona los requisitos y métodos de prueba requeridos. La Norma establece tipos y clases de cascos de seguridad para facilitar a los empleadores la opción adecuada contra cada tipo de riesgos en los lugares de trabajo. (ANSI/ISEA, 2014)

The Institute Of Electrical And Electronics Engineers Inc. (IEEE): Mediante sus actividades de publicación técnica, conferencias y estándares basados en consenso, el IEEE produce más del 30 % de la literatura publicada en el mundo sobre ingeniería eléctrica de potencia, electrónica, en computación, telecomunicaciones, telemática, mecatrónica y tecnología de control y robótica, biomédica y biónica, procesamiento digital de señales, sistemas energéticos, entre otras ramas derivadas y correspondientes a la Ingeniería Eléctrica y posee cerca de 900 estándares activos (IEEE)

DIN, Norma Alemana: Representan regulaciones que operan sobre el comercio, la industria, la ciencia e instituciones públicas respecto del desarrollo de productos alemanes. DIN es un acrónimo de 'Deutsches Institut für Normung', o bien, "Instituto

Aleman de Normalización que es la institución, con sede en Berlín y establecida en 1917, que se ocupa de la normalización alemana. El DIN realiza las mismas funciones que organismos internacionales como el ISO. (DIN, 2007)

Unión Técnica de Electricidad UTE: Fue creada Como una unión profesional el 9 de abril de 1907 bajo el nombre de "Unión de Sindicatos de Electricidad".

Como oficina francesa de normalización electrotécnica, tomó el nombre de "Unión Técnica de Sindicatos de Electricidad", el 11 de abril de 1947 asumió el estatus de "ley de asociación de 1901" bajo el nombre de "Unión Técnica de Electricidad" "modificado en "Unión Técnica de Electricidad y Comunicación" por decisión de la Asamblea General de 16 de diciembre de 1998, luego, por decisión de la Asamblea General de El 30 de mayo de 2006, la UTE toma el nombre de "Unión Técnica de Electricidad". (UTE, 1907) Comisión Electrónica Internacional:

Es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y de tecnologías relacionadas. (EIC).

## MARCO EMPÍRICO

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO Y DISEÑO DEL DIAGNOSTICO AMBIENTAL

#### 3.1 Tipo de estudio.

##### 3.1.1 Investigación cuasiexperimental.

Este tipo de estudio permitirá analizar adecuadamente como se diseñará y qué impacto tendrá el sistema de Producción Más Limpia (PML) y economía circular en los procesos de Metalistería. Así mismo se puede decir que será de tipo Cuasi –experimental con estudio de caso descriptivo que son aquellas situaciones en que el investigador no podrá manipular las variables Independiente a voluntad ni puede crear los grupos experimentales por aleatorización pero sí puede, en cambio, introducir algo similar al diseño experimental en su programación de procedimientos para la recogida de datos”<sup>1</sup> Se trabajara en el área y actividad analizada, con la cual se obtendrán datos importantes relacionados con la problemática trazada. Posteriormente se evaluará la información con base a los objetivos previamente definidos. Dentro del estudio se seleccionarán y describirán una serie de cuestionamientos con el fin de establecer unas conclusiones y recomendaciones sobre la problemática planteada.

##### 3.1.2 Recolección de la información

**3.1.2.1 Fuentes de información primaria y secundaria.** Para la obtención de los datos necesarios en el presente estudio se utilizarán las siguientes fuentes:

- **Primarias:** se desarrollarán reuniones con personas experimentadas en el campo de la Metalmeccánica con el fin de tener una visión más amplia de todos los procesos que allí se generan.
- **Secundarias:** Consulta de las fuentes de información relacionadas con el proceso productivo, el diseño de Producción Más Limpia (PML) y economía

---

<sup>1</sup> Campbell y Stanley, 1973. C.(1973) Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social

circular en otras empresas, información relacionada con empresas internacionales que se dedican al proceso de metalmecánico.

### **3.2 Operacionalización de la investigación.**

**3.2.1 Procesamiento de la información.** De acuerdo con el tipo de investigación a desarrollar, la información recolectada mediante encuestas en la empresa, organizada con el fin de interpretar y relacionar los datos obtenidos con las variables analizadas en el presente diseño.

### **3.3 Diseño y diagnóstico de la empresa**

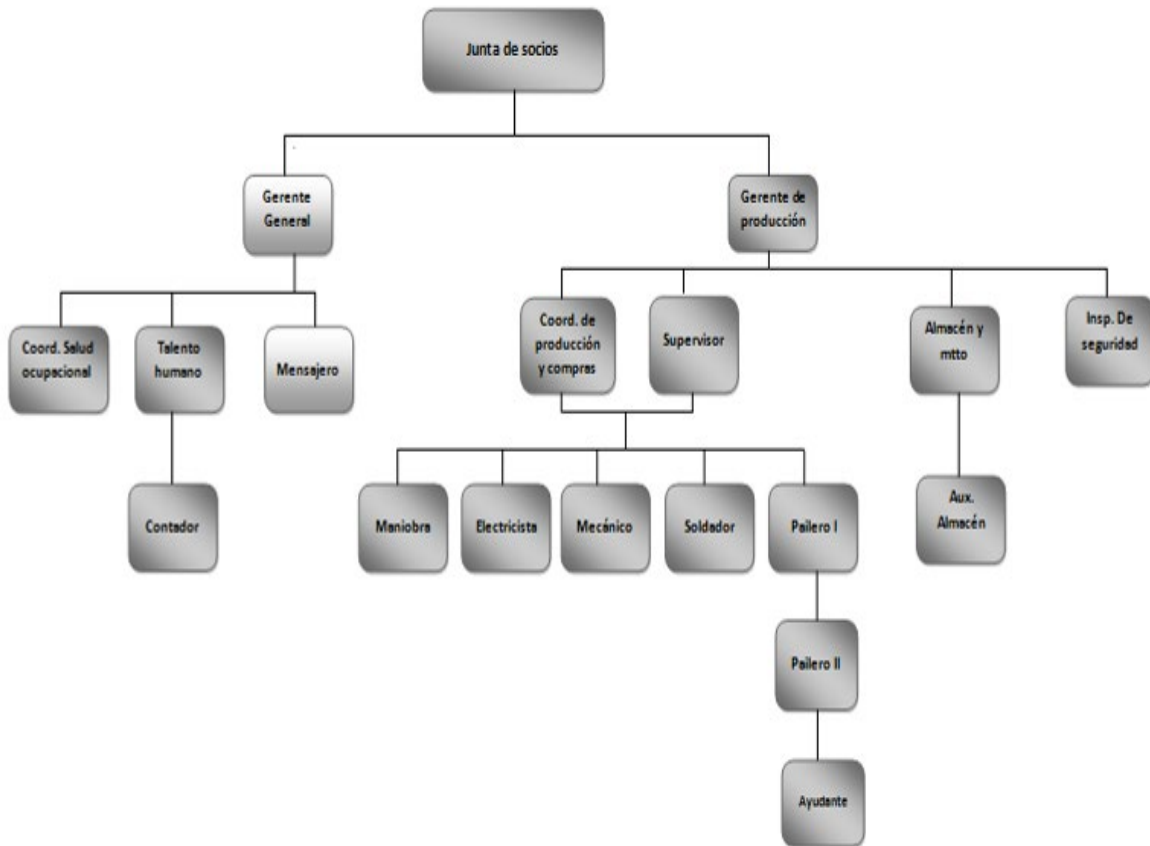
Esta empresa fue creada el 4 de octubre de 1994 fundada por 6 trabajadores de la antigua empresa Conastil. La empresa está dedicada a la prestación de servicios en reparaciones navales, trabajos metalmecánicos, tuberías, montajes alquiler de herramientas y equipos.

Dentro de sus clientes más importantes se pueden destacar actualmente:

- **CABOT COLOMBIANA S.A**
- **COTECMAR**
- **CBI COLOMBIANA S.A**

En la empresa actualmente se encuentran 21 trabajadores fijos y otros por orden de servicio así: 7 administrativos y 14 operativos que se verán planteados en el siguiente organigrama.

**Figura 1: Organigrama**



importancia para realizar las operaciones que son los EPI (Elementos de Protección Individual ) y los materiales para realizar dichas labores que observamos en la siguiente tabla.

**Tabla No.2**

*Máquinas, Herramientas, Materiales y EPI (Elementos de Protección Individual)*

MÁQUINAS	HERRAMIENTAS	MATERIALES	EPP
Máquina de Soldar (Lincoln DC 600) SMAW, GMAW, FCAW, SAW, GTAW, AIRE CARBON,	Pulidoras	Acero	Cascos
Máquina de Soldar (IDEARLARC 250) TIG, SMAW	Electrodos	Fundentes	Caretas- Pantalla para soldaduras
Máquina de Soldar (DC 1000) SMAW, GMAW, FCAW, SAW, AIRE CARBON.	Prensas	Soldadura 1/8"	Protectores Auditivos
Máquina de Soldar (LN-25) GMAW, FCAW	Corta tubos	Soldadura 5/32"	Gafas
ORIGO ARC 2861. SMAW, GTAW	Cintas Métricas	Soldadura de Carbono	Botas De Seguridad
Equipo de oxicorte	Cepillos de Acero	Gas Argón	Chaquetas de Cuero



Equipo de Oxiacetilénico	Piquetas	Gas Acetileno	EPI
Reguladores de gas	Mangueras	Gas Agasol	
Reguladores de Oxígenos	Limas	CO <sub>2</sub>	
Sopletes	Juego de llaves	Gas Oxígeno	
	Herramientas	Materiales	
Máquinas			
Sopletes de 2 cuerpos	Destornilladores	Disco Pequeño 1/8"	
Sopletes largos	Martillo de bolas	Disco Pequeño 1/4"	
Antorchas 1 Boquillas	Juego de Bolas	Disco Grande 1/8"	
Antorchas 2 Boquillas	Reglas de Acero Milimétricas.	Disco Grande 1/4"	
Antorchas para trabajar con el Mango	Alicates	Disco Grande 1/4"	
Antorcha para autógena		Laminas	
Flujo metros con caratulas		Tubos	
Atrapa mallas		Perfiles	
Flujo metros con doble caratula		Wipes	
Flujo metro de Tubos		Latón	

**Nota:** Se analizó en el cuadro anterior las relaciones verticalmente de los elementos cuales son: **(Maquinas, Herramientas, Materiales y Elementos De Protección Individual)** que son empleados en el proceso de producción de Metalistería en la empresa.

### 3.4 Manejo de servicios públicos

Otros elementos que hacen parte del proceso de producción de metalistería en la empresa son los requerimientos de Energía y Agua.

**3.4.1 Energía.** La empresa tiene un consumo promedio de 1.534,75 kW h/mes y es suministrado por la empresa de energía Afinia S.A. En las áreas administrativas y operativas que tienen un costos de \$ 357,90 por cada kilowatts horas abastecido.

**3.4.2 Agua.** Se suministra el agua potable mediante el acueducto distrital a través de la empresa de servicios públicos AGUAS DE CARTAGENA S.A, su requerimiento de agua en todas sus áreas con un consumo mensual de 262.96 m<sup>3</sup> y un promedio semestral de 1577.52 m<sup>3</sup> .con un costo de \$ 910.18 por el m<sup>3</sup> proporcionado.

### **3.5 Descripción del proceso productivo**

A partir de los estándares de PML y el sistema de basura cero se observó en el espacio operativo los procesos que se realizan a diario en el área de producción las descripciones de los subprocesos de soldadura y oxicorte que realiza la empresa son los siguientes:

#### **SISTEMA ARCO MANUAL**

##### **Descripción del Proceso**

El sistema de soldadura Arco Manual, es el proceso en que se unen dos metales mediante una fusión localizada, producida por un arco eléctrico entre un electrodo metálico y el metal base que se desea unir. El electrodo consiste en un núcleo o varilla metálica, rodeado por una capa de revestimiento, donde el núcleo es transferido hacia el metal base a través de una zona eléctrica generada por la corriente de soldadura. El revestimiento del electrodo, que determina las características mecánicas y químicas de la unión, está constituido por un conjunto de componentes minerales y orgánicos<sup>2</sup>:

#### **SISTEMA MIG**

##### **Descripción del Proceso**

Es el proceso de soldadura al arco, donde la fusión se produce por calentamiento con un arco entre un electrodo de metal de aporte continuo y la pieza, donde la protección del arco se obtiene de un gas suministrado en forma externa<sup>3</sup>, el cual protege el metal líquido de la contaminación atmosférica y ayuda a estabilizar el arco.

#### **SISTEMA TIG**

##### **Descripción del Proceso**

La soldadura al Arco con Electrodo de Tungsteno y Protección Gaseosa (TIG). El sistema TIG es un sistema de soldadura al arco con protección gaseosa, que utiliza el intenso calor de un arco eléctrico generado entre un electrodo de

---

<sup>2</sup> Manual de soldadura inducida pág. 25

<sup>3</sup> Manual de soldadura inducida pág., 74-75

tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede o no utilizarse metal de aporte. Se utiliza un gas de protección cuyo objetivo es desplazar el aire, para eliminar la posibilidad de contaminación de la soldadura por el oxígeno y nitrógeno presentes en la atmósfera.

## **SISTEMA ARCO SUMERGIDO**

### **Descripción del Proceso**

Es un proceso automático, es un alambre desnudo es alimentado hacia la pieza. Este proceso se caracteriza porque el arco se mantiene sumergido en una masa de fundente, provisto desde una tolva, que se desplaza delante del electrodo. De esta manera el arco resulta invisible, lo que constituye una ventaja, pues evita el empleo de elementos de protección contra la radiación infrarrojo y ultravioleta, que son imprescindibles en otros casos. Las corrientes utilizadas en este proceso varían en un rango que va desde los 200 hasta los 2000 amperios,

## **SISTEMA OXIGAS**

### **Descripción del Proceso**

El proceso de soldadura oxigas, consiste en una llama dirigida por un soplete, obtenida por medio de la combustión de los gases oxígeno-acetileno. El intenso calor de la llama funde la superficie del metal base para formar una poza fundida. Con este proceso se puede soldar con o sin material de aporte. El metal de aporte es agregado para cubrir biseles y orificios. A medida que la llama se mueve a lo largo de la unión, el metal base y el metal de aporte se solidifican para producir el cordón. Su mayor aplicación en la industria se encuentra en el campo de mantención, reparación, soldadura de cañerías de diámetro pequeño y manufacturas livianas. También puede ser usado como fuente de energía calórica, para calentar, doblar, forjar, endurecer, etc.

## **SOLDADURA DE MANTENCIÓN**

### **Aplicaciones de la Soldadura de Mantención**

Muy a menudo una pieza o la totalidad de un equipo industrial, está sometido a desgaste o pérdida de material por abrasión o impacto, acompañados de altas

temperaturas o corrosión, disminuyendo así su vida útil. Fabricar una pieza, en base a una aleación que permita una alta resistencia a los agentes de desgaste a que está sometida<sup>4</sup>.

## **OXICORTE**

### **Descripción del proceso**

El proceso de oxicorte, al contrario de lo que pueda parecer, no consiste en una fusión del metal, el corte se produce por una literal combustión del mismo. En otras palabras, al cortar se quema el metal a medida que se avanza con el soplete. Por esta razón, la presencia de aleantes se hace crítica, ya que merman la capacidad del acero a ser quemado<sup>5</sup>.

Después de la operación de estos procesos de oxicorte y soldadura se debe aplicar un proceso mecánico con remoción de material por la acción de abrasivos de discos elaborados con diferentes materiales que consiste darle un tratamiento mediante maquinas mecánicas (pulidoras, esmeriles, etc.) para separar las escorias y rebabas del material tratado que es dejada por el proceso de corte o soldado para poder darle un acabado ideal al material. Las más comunes que se realizan son:

Desbaste de piezas metálicas, desbaste de soldadura, Biselado, mejoramiento del borde de piezas cortadas con oxicorte y para un mejor dimensionamiento.

Las actividades relacionadas con el proceso de Metalistería pueden apreciarse a continuación en la figura N.º 2, para efectos del trabajo en cuestión se consideraran los subproceso de oxicorte y soldado.

El impacto ambiental en la empresa por emisiones y residuos generados en los procesos de Metalistería o Metalmecánico (corte y soldadura) potencializan los efectos dañinos de algunos Factores de Riesgo (**Locativos y Físicos**) que pueden dar pie al desarrollo de enfermedades profesionales como las que se muestran en la **Tabla N.º 3** que relaciona los tipos de soldadura con las

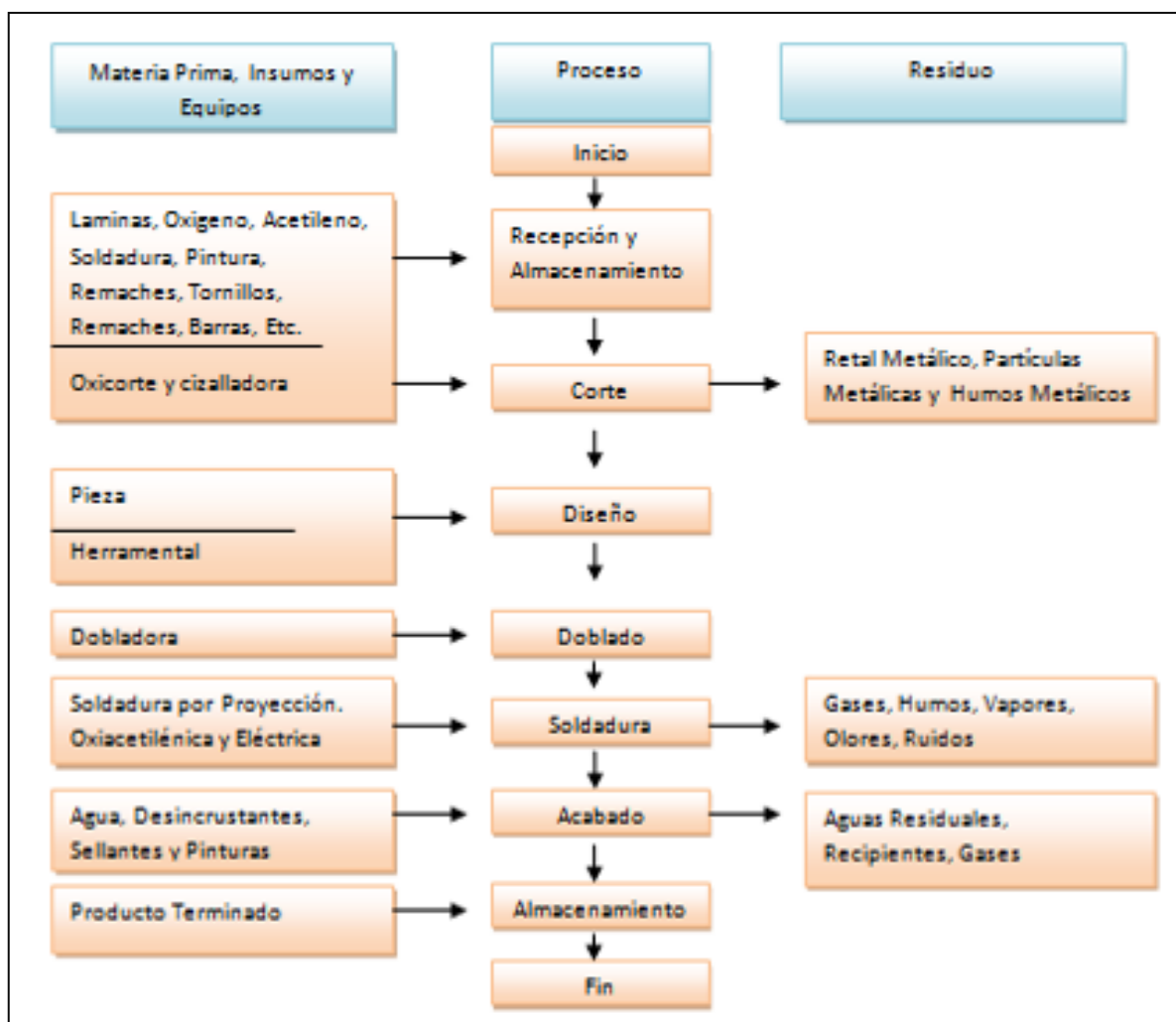
---

<sup>4</sup> Manual de soldadura indura

<sup>5</sup> walmar ingeniería Operación y Guía Práctica pág. 4

enfermedades profesionales asociadas sobre el personal operativo generando enfermedades profesionales.

Figura 2. Procesos de Metalistería.



Fuente: Del investigador

**Tabla No. 3.**

*Tipos de soldaduras, Residuos y emisiones relacionadas con las enfermedades profesionales en los procesos Metalistería (Oxicorte y Soldadura)*

TIPO SOLDADURA	DE RESIDUOS Y EMISIONES GENERADAS	ENFERMEDADES PROFESIONALES ASOCIADAS
Soldadura con fusión	Humos metálicos, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ruido, quemaduras, radiación infrarroja, incendio, explosiones	Irritación de la piel, irritación del tracto respiratorio, efecto sobre la nariz, ojos y oídos. Efectos Crónicos, Incluido cáncer de pulmón, de riñón o daños en el hígado.
Soldadura Fuerte	Humos metálicos (en especial de cadmio), fluoruros, incendio, explosión, quemaduras	Efectos sobre la Nariz e irritación pulmonar, siderosis (Acumulación Pulmonar de óxido de hierro).
Soldadura blanda	Fundentes, humos de plomo, quemaduras	Neumonitis química; efectos crónicos incluidos trastornos del sistema nervioso.
Oxicorte de metales y ranuración con Soplete	Humos metálicos, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ruido, quemaduras, radiación infrarroja, incendio, explosiones	Dermatitis, asma, trastornos respiratorios, efectos crónicos incluyendo el cáncer (nariz, laringe, pulmón), irritación del tracto respiratorio, disfunción renal.
Soldadura por presión a Gas	Humos metálicos, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ruido, quemaduras, radiación infrarroja, incendio, explosiones	Irritación de ojos, Nariz y garganta, problemas gastrointestinales, efectos crónicos, incluyendo problemas de huesos y articulaciones.
Soldadura por arco metálico protegido (SMAC); soldadura al arco con electrodo de varilla; soldadura manual por arco metálico (MMA); soldadura por arco abierto	Humos metálicos, fluoruros (en especial con electrodos bajos en hidrógeno), radiación infrarroja y ultravioleta, quemaduras, riesgos eléctricos, incendio; también ruido, ozono, dióxido de nitrógeno	Efectos agudos, incluyendo hemorragias y derrames en pulmón.
Soldadura por arco sumergido (SAW)	Fluoruros, incendio, quemaduras, radiación infrarroja, riesgos eléctricos; también humos metálicos, ruido, radiación ultravioleta, ozono y dióxido de nitrógeno	Neumonitis, edema pulmonar, bronquitis crónica, enfisema y fibrosis pulmonar. Dolor de cabeza, Nauseas, efectos crónicos cardiovasculares e incluso muerte.
Soldadura por arco metálico en atmósfera de gas inerte (MIG); soldadura por arco	Radiación ultravioleta, humos metálicos, ozono, monóxido de carbono (con gas CO2), dióxido de nitrógeno, incendio, quemaduras,	

metálico en atmósfera gaseosa (GMAC)	radiación infrarroja, riesgos eléctricos, fluoruros, ruido
Soldadura aluminio térmica, o por termita	Incendio, explosión, radiación infrarroja, Quemaduras

**Fuente:** Enciclopedia de la salud y el trabajo. Pág. 3250

### 3.6 Diagnóstico de la encuesta empleada.

Se empleó para evaluar el estado actual de la empresa, consta principalmente de cuatro secciones: uso de agua, uso de energía, manejo de residuos sólidos y emisiones

Se desarrollo interrogando al representante legal, encargado de la empresa, empleados fijos, empleados por orden de servicios, personal de administración, se entrevistan a 9 trabajadores, 2 operativos fijos, 2 operativos por orden de servicio y 5 admirativos, se escogen aleatoriamente de las 21 personas que se encuentran en la empresa. En ellas se recopiló información sobre su historia y generalidades, se efectuó un recorrido por las Instalaciones, se explicaron cada uno de sus procesos productivos como se observó anteriormente y al final se evaluó a la empresa mediante una encuesta previamente diseñada. El propósito de estas visitas fue establecer una base de datos confiable que cuente con las medidas actuales que están asumiendo las empresas para controlar el uso de sus insumos y el manejo de sus desechos.

Esta encuesta empleada por el Centro Nacional de Producción más Limpia en su Guía Sectorial de PML. Cada sección contiene preguntas cerradas (cuyas únicas respuestas son Si, No o No Aplica) que evalúan el uso, manejo y tratamiento de cada uno de los recursos de nuestro interés.

Estas interrogantes fueron resueltas por el representante legal, encargados de la empresa o cualquiera persona que trabajara en esta; para conocer su estado actual en cuanto al empleo de recursos naturales como el agua, la energía, el manejo de los desperdicios y emisiones. Esta encuesta se expone a continuación:

**Tabla No. 4.***Resultados de la encuesta realizada. Sección de agua.*

AGUA	SI	NO	N/A
1. ¿Existen vertimientos de agua o algún tipo de efluentes?	0	5	4
2. ¿El agua que se emplea se devuelve al sistema de alcantarillado ¿Con algún tipo de alcantarillado?	1	2	6
3. ¿El consumo de agua puede considerarse significativo?	1	8	0
4. ¿Conoce el consumo de agua mensual?	9	0	0
5. ¿Se mantiene un registro del consumo de agua por medio de ¿Facturas mensuales de los servicios públicos?	9	0	0
6. ¿Existes un programa de ahorro de agua?	0	9	0
7. ¿Estimulan al personal de la empresa a ahorrar agua?	0	9	0
8. ¿Se mantienen avisos o cartelera recordando el ahorro del agua?	0	9	0
9. ¿Se realiza verificación del comportamiento del consumo de agua?	3	6	0
10. ¿existen medidores internos en las áreas?	0	9	0
11. ¿existen equipos para detectar fugas?	0	9	0
12. ¿Se mantienen cerrados los grifos y duchas que no se usan?	3	1	5
13. ¿Se ha estudiado la posibilidad de reutilizar el agua?	0	3	6
14. ¿existe la posibilidad de reutilizar el agua?	1	6	2
15. ¿Es tratada el agua antes de su vertimiento?	0	9	0

**Fuente:** del investigador**Tabla No. 5.***Resultados de la encuesta realizada. Sección de energía*

ENERGIA	SI	NO	N/A
---------	----	----	-----



1. ¿El consumo de energía puede considerarse significativo?	9	0	0
2. ¿Se conoce cuanta energía se consume en total en la empresa?	1	8	0
3. ¿Se han fijado objetivos para reducir el consumo de energía?	2	7	0
4. ¿Se revisa periódicamente el consumo para detectar máquinas en buen estado?	7	2	0
5. ¿Se mantiene un registro del consumo de energía por medio de facturas mensuales de consumo?	2	7	0
6. ¿Se hacen lluvias de ideas con los empleados para buscar nuevas formas de ahorrar energía en las áreas?	1	6	2
7. ¿Se encuentran desconectados los equipos y artefactos cuando no los están operando?	1	7	1
8. ¿Se dejan las luces encendidas en los baños cuando no se están utilizando?	4	3	2
9. ¿Se reporta cualquier daño en los equipos?	3	6	0
10. ¿Se han reemplazado equipos viejos por alternativas que sean más eficientes energéticamente?	0	9	0
11. ¿Se tiene ajustada los niveles de iluminación?	0	9	0
12. ¿Se han instalado luminarias de bajo consumo de energía?	1	8	0
13. ¿Se encienden las luces cuando son necesarias?	0	3	6
14. ¿Se usan sistema de extracción solo cuando es necesario?	1	6	2
15. ¿Se tienen ajustados los niveles de iluminación?	0	9	0

**Fuente:** del investigador

**Tabla No. 6.**  
*Resultados de la encuesta realizada sección de residuos sólidos y emisiones*

RESIDUOS SOLIDOS Y EMISIONES	SI	NO	N/A
1. ¿La cantidad de residuos sólidos puede considerarse significativo?	7	2	0
2. ¿Se monitorea los tipos y cantidades de residuo generados?	1	7	1
3. ¿Conocen los costos mensuales por la disposición de los residuos generados?	1	8	0
4. ¿Existen programas para minimizar, reducir y reciclar los residuos?	2	4	3
5. ¿Estimulan a los empleados a efectuar sugerencias para minimizar desechos?	0	8	1
6. ¿Se cuenta con programas de separación de residuos sólidos?	0	9	0
7. ¿Se realiza la separación de los diferentes residuos (papel, plástico y vidrio)?	0	7	2
8. ¿Se recicla papel de oficina?	3	6	0
9. ¿Se separan los residuos líquidos de los sólidos?	3	6	0
10. ¿Cuentan con un área de residuos sólidos y peligrosos?	0	8	1
11. ¿Se tiene predilección de los productos que vengan en material reciclado?	1	8	0
12. ¿Existen control de las emisiones generadas?	0	9	0
13. ¿Hay charlas sobre el control de las emisiones?	1	8	0
14. ¿existen extracción en el área de producción?	4	5	0

**Fuente:** del investigador

Como se mencionó anteriormente en la encuesta fue resuelta por el representante legal o por encargados con amplios conocimientos sobre la

empresa (designados por los representantes legales). Los resultados obtenidos serán expuestos en el numeral a continuación.

A continuación, se ampliará el análisis de las encuestas y se analizan los resultados para diseñar las opciones y estrategias más viables relacionadas con la producción más limpia.

**3.6.1 Análisis de los resultados.** Después de haber procesado la información obtenida de las visitas con la que se evaluó la empresa, se generaron conclusiones en cuanto al uso de insumos, aplicación de procesos y procedimientos, manejo de inventarios, maquinaria disponible, entre otras. A continuación, se expondrán, de acuerdo con las secciones que conforman la encuesta, las conclusiones obtenidas en las visitas, encuestas y entrevistas.

**3.6.2 Consumo y disposición del agua.** El consumo de agua es un aspecto ambiental el cual en la actualidad es de mínima importancia para el sector de la Metalistería ya que es utilizada en muy pocos procesos, lo que conlleva a que el uso de este recurso sea en pequeñas cantidades. Es importante analizar el crecimiento de este sector de la Metalistería a mediano plazo ya que se espera que sean utilizados grandes volúmenes de agua en pruebas de hermeticidad en cilindros, tanques, entre otros; en este caso será muy importante lograr disminuir el consumo mediante la reutilización del agua.

**3.6.3. Utilización del agua.** En la empresa se considera que el consumo de agua no es significativo, por lo que no realizan ningún tipo de programa para el ahorro de dicho recurso por no considerar que el agua no se “gasta mucho”.

- No existe una forma de controlar el consumo de agua y detectar fugas, tampoco se cuenta con equipos de detección de fugas.
- Debido a que el agua es un recurso que no es necesario para llevar a cabo los procesos productivos o mantenimiento de las maquinas, no se le ha dado importancia a conocer el consumo por departamento empleando submedidores o de iniciar programas de ahorro en busca de ahorros.

**Encuesta de la tabla N° 4** sección de agua Según la encuesta la pregunta 1 de utilización del agua Existen vertimientos de agua o algún tipo de efluentes el 56% de los operadores de la empresa no sabe sobre el tema 34% no responde sería por la falta de programas de uso racional de agua, no hay controles sobre los vertimientos que genera el proceso productivo

y que impactan el sistema de alcantarillado, (aguas residuales con algún tipo de sólidos suspendidos), la empresa admite de estar vertiendo el agua empleada en el aseo general de la planta en el sistema de alcantarillado. Por observación se apreció que dicha agua se encuentra mezclada con tierra, virutas de metal, retales, escorias y otros elementos. Estas aguas residuales no son tratadas por la empresa.

**3.6.4 Utilización de la energía.** Según la tabla N° 5 de la encuesta en el numeral 7 muestra que la empresa no tiene control sobre el consumo de energía ya que según lo encuestado el 77.7% de los artefactos que necesitan energía están siempre conectados a la toma de corriente el cual esto genera un consumo de energía innecesario,

- Los operadores no tienen conciencia ambiental sobre el ahorro de energía ya que no apagan el alumbrado cuando no lo necesitan esto causa un costo adicional para la empresa.
- Utilizan las maquinas no apropiadas para realización de un proceso de soldado esto genera un mayor consumo de energía.
- Desde el punto de vista netamente ambiental, la empresa no controla el consumo de energía en los procesos que soldadura ya que tiene maquinarias averiadas el cual la operan sin ningún control.

**3.6.5 Generación de residuos sólidos.** La complejidad de la empresa de metalistería en la generación de residuos sólidos es no tener un control para los dimensionamientos de las piezas que se van a cortar esto determina un gran despilfarro en la materia primar.

- Las cantidades generadas depende de factores como las dimensiones de la materia prima usadas para crear una pieza determinada están sobres dimensionados estos producen los residuos.
- La utilización del tipo de soldadura y maquina no adecuada para realizar un proceso genera escorias y residuos, el problema ocasionado por los residuos sólidos se soluciona en gran medida con la implementación de un programa

integral de manejo de residuos sólidos, pero antes de pensar en su implementación y desarrollo se debe:

La opinión del personal de la empresa en cuanto a si la cantidad de residuos sólidos generados es significativa se encuentra dividida.

**En la tabla N° 6.** de la encuesta como se puede observar en la respuesta de la pregunta 1 de los residuos sólidos y emisiones, el 77.7% de la empresa se considera que los residuos son significativos (según datos de la empresa) de los insumos empleados en sus procesos.

- Teniendo en cuenta que la mayoría de los encuestados en la empresa que consideran significativa la cantidad de residuos que se generan, se convierte en una prioridad llevar a cabo un programa integral de manejo de residuos sólidos para reducirlos y reciclarlos, ya que como se puede observar con la respuesta de la pregunta 1 de los residuos sólidos y emisiones, un 77.7% de los operadores de la empresa no lo desarrollan.

La mayoría de las personas encuestadas no cuentan con áreas adecuadas para el almacenamiento de residuos sólidos.

Los residuos que se generan en la empresa. En el proceso de metalistería o metalmecánico (oxicorte y soldadura) se establecerá para un mejor entendimiento los resultados mediante las visitas y encuestas realizadas anteriormente se han tabulado de la siguiente manera.

**Tabla N° 7.**

*Residuos generados en los procesos Metalistería (Oxicorte y Soldadura)*

PROCESO	OPERACION	INSUMOS	DESPERDICIOS	PORCENTAJE DE MATERIALES E INSUMOS DESPERDICIADO.
---------	-----------	---------	--------------	---

Corte con oxiacetileno	Al realizar este procedimiento de corte de material con soldadura oxiacetilénica se genera considerables ruidos, humos metálicos, escorias, radiaciones ultravioletas y humos metálicos los cuales se desprenden el dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acetileno</li> <li>• Oxígeno</li> </ul>	<p>Polvos de pulidoras.</p> <p>Chatarra de acero.</p> <p>Desperdicios de acero.</p> <p>Rebaba de diversos metales, Rebaba y chatarra de hierro gris, acero al carbón.</p> <p>Recortes de lámina de acero rolada en caliente.</p> <p>Retales</p>	15%: Se reutiliza más
Desbaste mecánico con disco	Cuando se realiza este procedimiento cuando entra contacto el material abrasivo con el material que se va a realizar el proceso de desbaste, el material particulado que se desprende de la pieza la cual es humo metálico que pasa al ambiente, el ruido que genera en altos decibeles. en este procedimiento también se elimina la escoria de soldaduras cuando el proceso de soldado lo amerita.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discos de devastes</li> <li>• Limas</li> <li>• Cepillos de metal</li> </ul>	<p>Escorias: (Plomo, estaño, bronce, latón y aceros).</p> <p>Residuos de Metal de acero, Aluminio, Cobre y otros Metales.</p> <p>Cortes de Piezas Metálicas como Acero y Rebaba (Desperdicio de Hierro Negro).</p> <p>Rebaba de acero inoxidable, hierro.</p> <p>Residuos de láminas galvanizadas, lamina negra, de tubos, ángulos, platinas, perfiles.</p> <p>otros metales y de ranuradura.</p> <p>Polvos relacionados de pulido y esmerilado (pelusas con metales) de acero y otros metales.</p>	de un 5% (Retales)
Soldadura	En la realización del procedimiento de contacto del electrodo con el material produce fusión el cual se genera altas temperaturas el cual funde el electrodo y los suelta estos crea una línea de soldadura con escoria además produce una cantidad significativa de ruido .humos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acetileno</li> <li>• Metano</li> <li>• Propano</li> <li>• Oxígeno</li> <li>• Varillas de soldaduras</li> <li>• fundentes</li> </ul>	Estopas	Menos de un 10% (escorias)

metálico(fume),  
,radiaciones,

**Nota:** La escoria y el polvillo, son desechos que se presentan dentro de las empresas metalmeccánicas. La escoria está conformada por fragmentos de metal fundido y residuos del material usado para soldar, resultado de esta operación.

En cuanto al polvillo, como su nombre lo indica, son partículas finas de metal, que se desprenden del proceso de pulido, junto con residuos de lijas, piedras de esmeril u otro elemento usado para este propósito.

Ambos son residuos que no son factibles para re uso debido a que las cantidades generadas no ameritan someterse a un proceso de recuperación, y a esto se suma el hecho que el material recogido está contaminado por otros elementos que se encuentran en el ambiente (tierra, piedras, etc.).

Además del análisis anterior se desarrolló una evaluación de impacto ambiental para así determinar los puntos críticos contaminantes que se tendrán en cuenta para el desarrollo de la investigación.

### 3.6.6 Factores de riesgo más representativos en la empresa

A Continuación se muestra en la **Tabla N° 8** los factores de riesgos más representativos de la empresa, sus posibles efectos y su valoración.

**Tabla N° 8.**

*Los factores de riesgos ocupacional más representativos de la empresa, sus posibles efectos y su valoración.*

FACTOR DE RIESGO	FUENTE DEL RIESGO	DEL EFECTOS POSIBLES	VALORACIÓN DEL RIESGO
Eléctricos	Cableado eléctrico por los pasillos	Personal electrocutado	Alto
Locativos	Pisos en mal estado (altibajos, Roñosos)	Caídas al mismo nivel	Medio
Mecánicos	Distribución de equipos, maquinas, herramientas	Golpeado por, golpeado contra, atrapamientos	Alto
Físicos	Ruido, vibraciones, temperatura, iluminación	Sorderas, síndromes, deshidratación y cegueras	Alto

Ergonómicos	Posiciones prolongadas: de pie Hiperextensiones	Dolor Lumbar, desordenes musculoesqueléticos	Alto
Químicos	Gases, vapores, humos metálicos, material particulado	Irritación de la piel, irritación del tracto respiratorio, efecto sobre la nariz, ojos y oídos, efectos crónicos, incluido cáncer de pulmón, de riñón o daños en el hígado, neumonitis química, efectos crónicos incluidos trastornos del sistema nervioso, dermatitis, asma, dolor de cabeza	Alto

Actualmente la empresa, para el manejo de las emisiones y gases resultantes de los procesos de oxicorte y soldadura, tienen las siguientes deficiencias:

- Deficiencia de equipos de ventilación por extracción localizada.
- Adiestramiento deficiente de los trabajadores.
- Ausencia de formación en el uso de pantalla de soldadura, concretada en la elección de un ocular muy oscuro que obligue al trabajador a acercarse mucho al punto de soldadura.
- Realización del trabajo en posiciones desfavorables: soldadura de suelo, de techo o soldadura horizontal en excesiva proximidad al punto de soldadura.
- Deficiente diseño de planta, organización de áreas de trabajo y falta de orden y aseo.
- Ausencia de protección individual en operaciones en que resulta necesaria.

De acuerdo a lo planteado en la descripción del problema las emisiones y residuos generados en los procesos de metalistería (oxicorte y soldadura) potencializan los efectos dañinos de algunos factores de riesgo (locativos, físicos y químicos) que pueden dar pie al desarrollo de enfermedades profesionales como las que se muestran en la anterior **Tabla Nº 8** que relaciona los tipos de soldadura y oxicorte con las enfermedades profesionales y accidentes laborales asociadas al personal operativo.



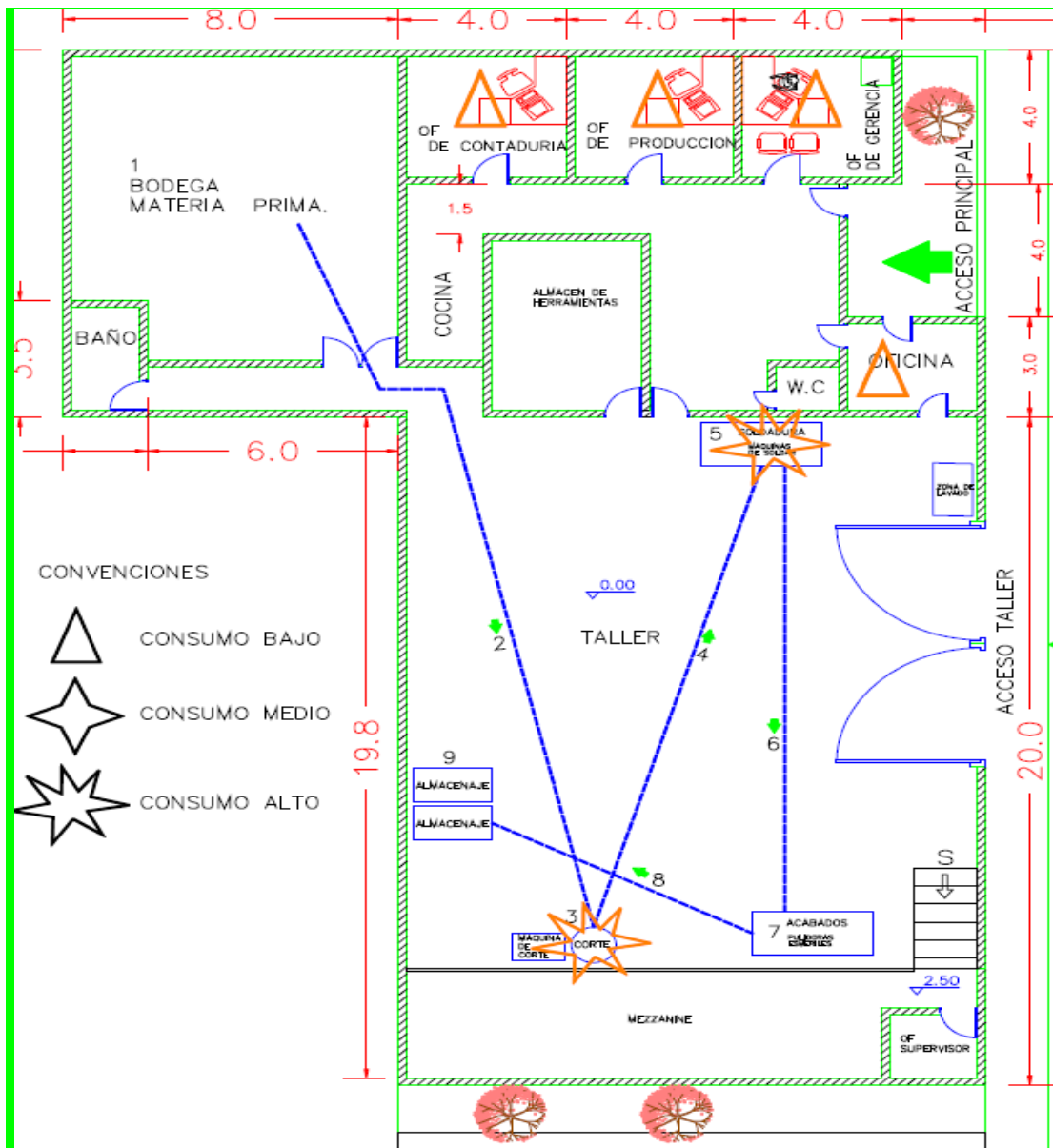
En la empresa el manejo ambiental de residuos y emisiones no solo promueven impactos negativos ambientales sino que además las condiciones del ambiente laboral son nocivas para la salud y seguridad de los trabajadores puesto que esta variable (Ambiente) afecta notablemente los factores de riesgo (físicos y químicos) que tienen una relación más estrecha con las actividades de metalistería (oxicorte y soldadura) que realizan los trabajadores.

### **3.7 Eco-mapas**

Con esta herramienta nos ayudara a evaluar y mejorar la actuación ambiental actual y con ella se encuentran las diferentes ubicaciones de los focos que generan contaminación, consumos de energía, agua y aquellos sectores que estén ubicados en el punto de contaminación en la empresa.

- **Eco-mapa de energía.**

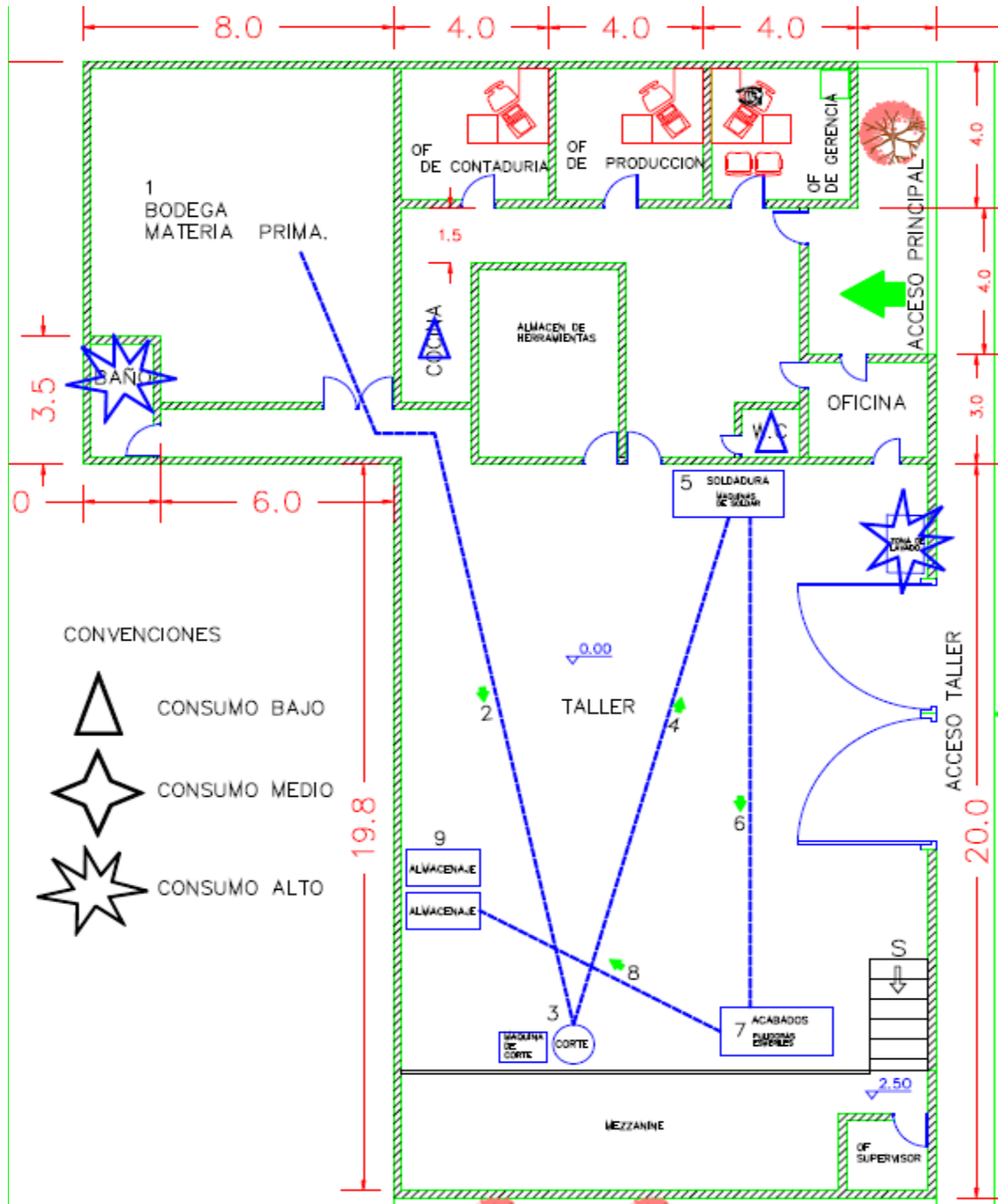
**Figura 3. Diagrama de flujo del soldado de material**



Fuente: del investigador

## Ecomapa de agua: focos de consumo de agua de la empresa

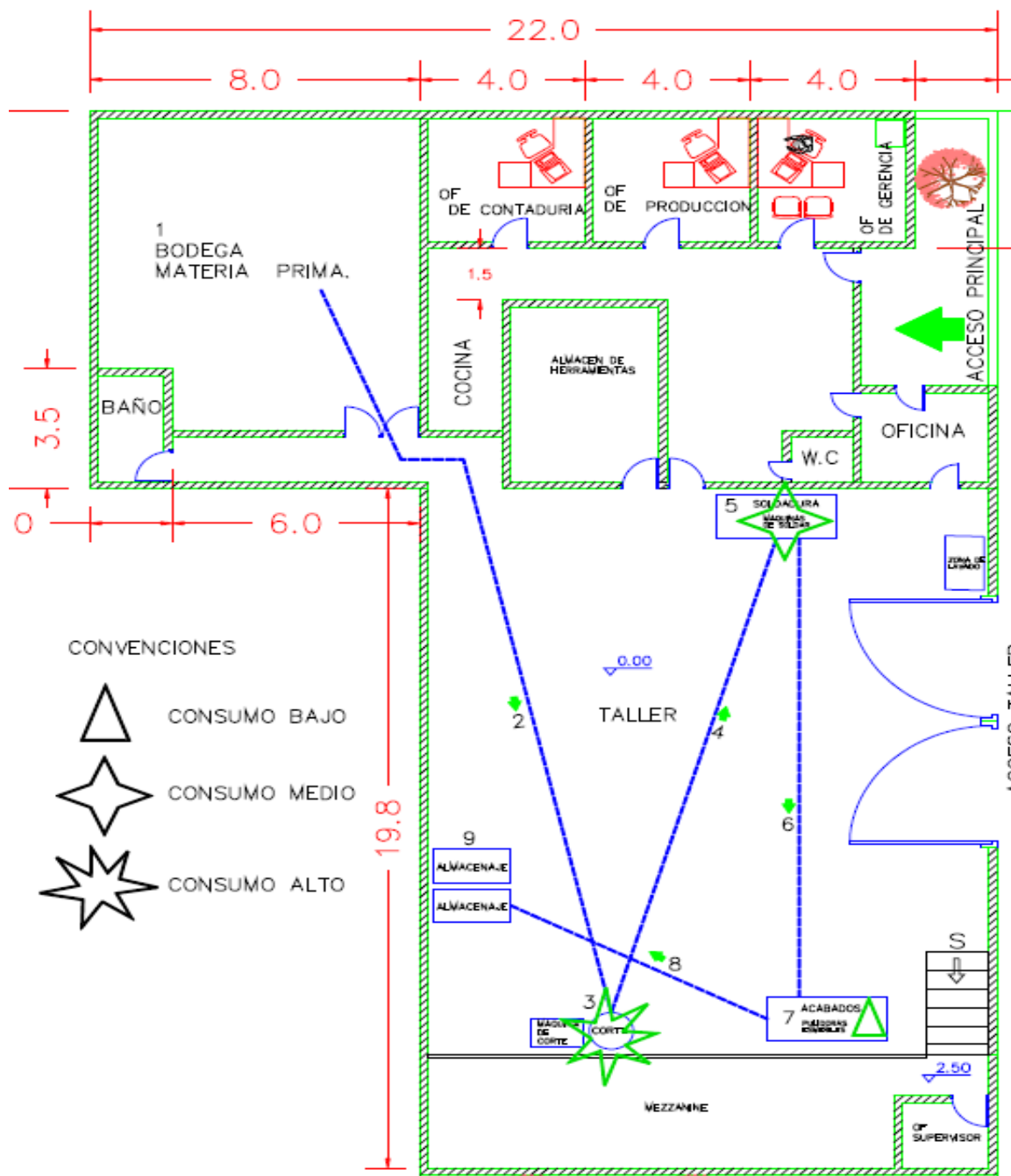
Figura 4. Eco-mapa de agua



Fuente: del investigador

- **Eco-mapa de residuos sólidos:** focos de residuos sólidos de la empresa

Figura 5. Eco-mapa de residuos solidos



Fuente: del investigador

### 3.8 Descripción del ambiente natural actual

#### Saneamiento Básico e Higiene

El servicio de acueducto y alcantarillado funcionan normalmente y se tienen las instalaciones adecuadas, las basuras y desechos de las diferentes actividades se recogen a diario por las Personas responsables para esta actividad, a los cuales se les da media hora dentro de su jornada para realizar dicha actividad.

Además cada trabajador cuenta con un vaso personal y mascarillas para evitar el contagio de virus.

Todo el personal del área operativa usa los EPI (elementos de protección individual) indicados para cada labor.

**-Gestión de Residuos Sólidos:** En la Gestión de Residuos Sólidos generados por las actividades de Oxicorte y soldadura se observó que no se encuentra programas para el manejo de estos residuos.

**-Aguas Residuales:** el manejo de las aguas residuales en el área de producción relacionada con actividades que se realizan en las diferentes reparaciones o construcciones que las requieren, que son pruebas de (estanquidad, hermeticidad, hidrostáticas, etc.) estas actividades se cuenta con un sistema de desagüe sin tratamiento alguno.

**-Emisiones:** las relacionadas con estas actividades (Fume, Material Particulado, Polvo, Humos Metálicos, CO<sub>2</sub>, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Plomo, Oxido de Zinc, Oxido de Manganeso, Oxido de Titanio, Difluoruro de Calcio, Óxido de Hierro, Sílice Amorfa, no se cuenta con un sistema de extracción u otro medio capaz de canalizar esas emisiones a un lugar que no impacte al ambiente y disminuya los Riesgos Laborares (Aparición de Enfermedades Profesionales).

**-Emisiones de Ruido:** a las emisiones de ruido no existe ningún tipo de mediciones y control, y así como tampoco parámetros de los decibeles permisibles de acuerdo a la exposición de los diferentes procesos que se realizan en la empresa.

**-Uso Racional del Agua y la Energía Eléctrica:** al manejo del consumo eléctrico y del agua no se cuenta con programas de uso racional de la energía y menos con el uso racional del agua.

**-Materias Primas:** la empresa no ha establecido métodos para la clasificación y el manejo de las materias primas, así como tampoco ha establecido criterios

S&SO (normas de seguridad y salud ocupacional) Ambientales en sus decisiones de compra.

**-Maquinaria:** su maquinaria, la empresa no cuenta con un programa de mantenimiento predictivo y tiene un programa de mantenimiento preventivo.

**-Tecnología:** con respecto a sus tecnologías aplicadas se cuentan con un número significativo de equipos que se están quedando rezagados en relación a las nuevas tecnologías; por otro lado la empresa necesita tecnificar (automatizar) más sus procesos con respecto a las maquinas empleadas.

**-Buenas Prácticas De Manufactura:** el personal operativo de la empresa está capacitado en temas relacionados a la soldadura, oxicorte y seguridad industrial, mas no sobre temas ambientales.

Más tarde de reunir los hallazgos considerando los criterios planteados (componentes ambientales y otros aspectos involucrados) se observa que la empresa tiene deficiencias en su manejo ambiental, por no tener herramientas de gestión (programas, indicadores, tecnologías de apoyo, etc.) que le permitan organizar su manejo y hacer seguimientos en un espíritu de mejora continua, de manera adicional y centrándonos en la temática de este trabajo, definitivamente no existen parámetros definidos para el manejo de componentes ambientales esenciales (uso del agua, uso de la energía, manejo de residuos, emisiones, vertimientos) en la gestión de producción más limpia y la economía circular.

### **3.9 Riesgos a la Seguridad y Salud en el Trabajo a considerar**

A continuación de recopilar los hallazgos y el diagnóstico aplicado se puede tener una idea clara de cuáles serían los riesgos para seguridad y salud en el trabajo que van desde la contaminación ambiental (riesgos de higiene) por las emisiones ya comentadas que no solo afectarían al personal expuesto generando enfermedades profesionales, sino que además pueden afectar de manera significativa a las comunidades aledañas. Por otro lado al no tener un programa de gestión de residuos sólidos se aumenta la presencia de estos

residuos en las instalaciones generando diferentes riesgos por su presencia tales como los riesgos mecánicos (golpeado por o contra, cortes) y locativos (caídas al mismo nivel) que también podrían llegar a afectar a las comunidades aledañas.

Otro agravante es que la empresa al no tener mecanismos de control sobre el uso racional del agua y el consumo eléctrico promueve al desperdicio de los recursos naturales.

Los impactos ambientales negativos de la empresa se relacionan con ineficiencias en sus procesos productivos, esenciales a la transformación de los recursos naturales, los insumos y los energéticos en bienes. Otros aspectos que se analizaron dentro de la empresa es que no está actualizada tecnológicamente con relación a sus equipos, no garantiza del todo la implementación de los programas de producción más limpia y economía circular, además no contar con mano de obra capacitada sobre temas ambientales y de higiene industrial que son elementos con un gran potencial dañino a corto plazo.

Al observar la gestión, que forma una importante proporción de la generación de residuos, están asociados con un mal manejo de inventarios, por sobre existencias de materias primas y almacenamiento de productos fuera de especificación. Además, persisten en la industria imperfecciones en la operación de los procesos de metalistería, como la deficiente capacitación del personal, la falta de estandarización de procesos y la carencia de programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Con frecuencia, los residuos generados se encuentran almacenados en el patio de la planta, lo que representa para estas tanto problemas de operación como una subutilización de espacios, además de riesgos ambientales. Es necesario diseñar medidas, dentro de este sector, para la minimización de desechos, reutilización de residuos, búsqueda de opciones de reciclaje, aumento en la eficiencia en el manejo de los inventarios y aumento en el aprovechamiento de los recursos e insumos, así como también para la capacitación de los operarios, entre otras.

### **3.10 Matriz DOFA.**

Esta es una de las herramientas que nos permite la recaudación y estudio de información situada a sustentar la toma de disposiciones sobre los cambios en la operación de la empresa. En este caso la producción más limpia nos permite instaurar el estado ambiental de un proceso, producto o servicio, ya sea de aspecto administrativo, productivo o humano e identificar oportunidades de mejora. La **Tabla No. 9** presenta la matriz DOFA para el planteamiento de las mejoras necesarias en las actividades, procesos y productos de la empresa, con el fin de mejorar su condiciones para seguridad y salud en el trabajo y para la conformidad ambiental.



**Tabla N° 9**  
**Matriz DOFA**

## DEBILIDADES

- Bajo cumplimiento del plan básico legal de seguridad y salud en el trabajo
- No se evidencia Programa de Gestión Ambiental.
- No justifican etapas de almacenamiento de residuos y evacuación de materiales.
- No hay un cuarto de almacenamiento adecuado para materias primas y disposición de residuos.
- No se evidencia una cultura de ahorro de agua.
- No se utilizan los elementos de protección adecuados.
- No existe caracterización residuos por tipo y fuente.
- Los desperdicios de las etapas del proceso son conducidos al alcantarillado.
- No hay programa eficiente de uso racional del agua.
- No hay programa establecido de seguridad y ambiente

## FORTALEZAS

- Accidentalidad y morbilidad controlada de la organización
- Conciencia ambiental y de seguridad y salud en el trabajo por parte de la alta dirección.
- Implementación de programas de Gestión de Calidad.
- Implementación de sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo

## OPORTUNIDADES

- Clientes exigentes en materia de la seguridad salud en el trabajo y ambiental.
- Optimización del proceso y ahorro de cost mediante el uso eficiente de materias primas recurso hídrico.
- Control de calidad en los productos terminados.
- Reducción de residuos generados, y por ende reducción de costos asociados a su correcta manipulación y disposición.
- Mejoramiento de la imagen ante los clientes, proveedores, comunidad en general.
- Disminución de costos y que cumplan los estándares a nivel ambiental A partir del programa producción más limpia, reducir residuos.

## AMENAZAS

- Mayor vigilancia y control de oficinas de trabajo para la prevención de riesgos laborales
- Sanciones por la inadecuada Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Deterioro de la imagen de la Compañía ante clientes, consumidores y proveedores por la contaminación no Controlada.
- Pérdida de recurso al no tener control en los procesos.

**Fuente:** Investigador

## **4. DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA Y ECONOMÍA CIRCULAR APROPIADAS PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

### **4.1 Diseño de un sistema de producción más limpia y economía circular en la empresa.**

Las actividades concernientes con la generación de opciones de minimización de residuos y selección de alternativas viables al programa de producción más limpia y economía circular con impacto en seguridad y salud en el trabajo son:

### **4.2 Consumo racional del agua.**

El consumo racional del agua desde el punto de vista de la seguridad y salud en el trabajo no constituye una estrategia de intervención, más allá de la toma de conciencia del personal en el cuidado de éste vital recurso. Sin embargo por ser un componente esencial de la producción más limpia considerado su gestión en el presente trabajo para que sirva como referente a programas integrales de intervención.

- La disminución del consumo de agua puede abordarse con la instalación de unos sencillos economizadores en los grifos, duchas, orinales e inodoros, los cuales permitirán ahorros de hasta un 30% mensual, sin reducir el confort de los operadores. estrictamente impiden la salida de una cantidad de agua excesiva por medio de reductores de caudal, tales como micros dispersores o aireadores.
- Para este programa de ahorro de agua es necesario instalar unos medidores de flujo, los cuales permitan establecer los consumos en las diferentes áreas de las empresas (en duchas, baños, orinales, grifos, etc.) y poder, posteriormente, efectuar un seguimiento a los ahorros obtenidos. De esta manera se puede priorizar la actuación en los sitios donde el consumo de agua es alto y exista potencial de minimización.

- **Uso del agua.**

En la empresa el uso del agua se puede considerar significativo según el estudio, se decidió buscar soluciones a los problemas generados por aquellos procedimientos en donde el agua es empleada para la realización de pruebas o ensayos de estanqueidad; este ensayo será de tipo hidrostático que se le realizan a las tuberías fabricadas, se le realizan estas pruebas para verificar que cumpla con las especificaciones de calidad mínimas necesarias para su utilización, y en otros casos de reparaciones y fabricación en los artefactos que lo requieran.

Para aprovechar el agua de mejor manera, se recomienda almacenarla y emplearla en otras actividades en donde no importe su potabilidad, como por ejemplo en funciones sanitarias que no contemplen el contacto directo con la piel, en tareas generales de limpieza de la empresa y en las pruebas hidrostáticas de menor volumen, etc.

- **Reutilización del agua.**

En la exploración de otras soluciones para el problema del mal uso del agua, se puede reutilizar en pequeñas cantidades dentro de la empresa como lavado de baños y limpieza de áreas exteriores de la empresa.

### **4.3 Consumo racional de energía.**

El consumo racional de la energía desde el punto de vista de la seguridad y salud en el trabajo presenta buenos dividendos como estrategia de intervención. Mas allá de la toma de conciencia del personal en el cuidado de éste vital recurso, el mismo implica el reforzamiento tecnológico (tecnologías ahorradoras) que implican nuevos diseños que son de paso más amigables al ser humano, además de que un uso racional de la energía implica también el mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura eléctrica, maquinaria, equipos y

herramientas que garantizan una operación de los mismos con la consiguiente prevención de lesiones y enfermedades laborales asociadas (Ver Tabla 8).

- Existen potenciales para aumentar la eficiencia energética en los equipos y procesos necesarios en la empresa metalmecánica, se apunta al cambio de equipos de soldadura teniendo en cuenta el avanzado estado de deterioro por el cumplimiento de su vida útil por unos equipos más eficientes que generen un menor consumo de energía y emisiones contaminantes (ruido, gases, vapores), con diseño apropiado del equipo y de la distribución en planta que disminuya los factores de riesgo biomecánicos y locativos, y que incluya un programa mantenimiento preventivo a todas los equipos y máquinas de la empresa Metalmecánica que prevenga los factores de riesgos mecánicos, eléctricos, físicos y químicos. Lo anterior implica mantener adecuadamente las tomas de corrientes de energía de los equipos de soldadura, iluminación, etc. Para estos casos específicos existen soluciones rentables ampliamente demostradas.
- La empresa pretenderá reducir los altos costos de la energía ajustando los niveles de luminaria instalando lámparas ahorradoras de luz blanca con un mejor rendimiento con bajo consumo y costo, pero respetando las necesidades lumínicas en las diferentes áreas del taller. Esto generará a futuro un significativo ahorro para la empresa, con menores daños al medio ambiente y a las personas.

La empresa al implementar un sencillo programa de ahorro de energía obtendría grandes beneficios, dicho programa consta de varias etapas:

Inicialmente se requiere del compromiso de la gerencia que debe estar lista para disponer de los recursos mínimos para llevar a cabo el programa. Con una gran capacitación del personal para tomar medidas preventivas sobre buenas prácticas de manufacturas y medio ambiente al personal operativo y administrativo. La organización del programa para la implementación de medidas según la priorización. Planeación del presupuesto para inversiones requeridas. Se realizará un plan para la inversión requeridas por el programa y la ejecución de proyectos específicos que se plantean por medio de los objetivos previamente

definidos. Con un Seguimiento, evaluación y control se realiza la fase del seguimiento que se desarrolla por el análisis de resultados de las medidas de mejoramiento pactadas, y el objeto de asegurarse de que se esté empleando de acuerdo a los estudios ejecutados de producción más limpia y economía circular. La etapa de evaluación acreditará la eficacia de las mejoras implantadas y de ser necesario implementar acciones correctivas y de mejora necesarias.

#### **4.4 Generación de residuos sólidos**

Al implementarlas medidas como reducción y reutilización de residuos sólidos sería el principio para dar cumplimiento al programa de producción más limpia y economía circular, a sí mismo para lograr el desarrollo de este diseño se requiere generar una conciencia ambiental en general entre todos los funcionarios con pie a buscar un equilibrio entre los recursos naturales y el hombre que hace uso de esto para su beneficio; esto se logra a través de capacitaciones y jornadas ambientales de igual forma como parte fundamental de este proceso se requiere incentivar el compromiso y el apoyo por parte de la gerencia y el resto del personal , logrando a través de la concientización grandes beneficios que traerá este diseño.

Los privilegios que se obtendrán para ejercer el programa al instalarlo son siguientes:

- **Buenas prácticas en el manejo de separación mediante oxicorte.**

Los procesos de oxicorte son la principal fuente de generación de retales, esto debido a que en muchas ocasiones las dimensiones de las láminas, placas de espesores considerables y demás materiales que exceden las dimensiones exigidas. Se recomienda implementar para que se logre realizar la separación mediante proceso de oxicorte utilizando las diferentes boquillas de corte para el consumo de gases con el diámetro adecuado, velocidades de corte y presiones para los diferentes espesores del material a cortar para minimizar los residuos que generara, esto realizara un mejor acabado a la materia prima de acuerdo a las especificaciones requeridas por la empresa.

A continuación, en la tabla N° 10 los diámetros de las boquillas específicas según el espesor que se pretenda cortar y utilizar con los valores más recomendados de presiones, velocidades de corte, etc. en función del espesor del material a cortar.

**Tabla N° 10.**

*Valores recomendados para oxicorte con oxiacetilénico*

Espesor(m)	Diámetro boquilla(m)	Numero de la boquilla	Presiones Oxígeno en el soplete (kg/cm <sup>2</sup> )	Velocidad de corte (m/h)	Consumo en litros	
					Oxígeno	acetileno
5	0.6	00	1,5	20	60	14
8	0.8	0	1,5	17	120	20
10	1	1	1,5	15	145	24
15	1	1	2	12	185	26
20	1	1	2,5	11,5	250	32
25	1,5	2	2,5	10	325	36
30	1,5	2	2,5	9,5	400	40
40	2	3	3	8,5	560	55
50	2	3	3,5	7	750	80
75	2	3	4	5,5	1500	150
100	2,5	5	4	4,5	2002	175

Fuente: Manual de soldadura indura.

✓ **Reciclaje y venta de retales.**

Los retales son producido al realizar un proceso corte de láminas o cualquier otro metal que se pueden reutilizar en la empresa esto se puede reciclar mediante la creación de una cultura interna de reciclaje con el lema que dice “**Reciclar** es más que una acción, es el valor de la responsabilidad por preservar los recursos

naturales” los operadores tendrán que clasificar los retales de los diferentes metales en sus diferentes tamaños se conservaran en un lugar específico para poder reusarlos y también se puede realizar un convenio con una empresa externa para que recoja el material reciclado para venderlo ellos le darán la disposición final ,esto ayudara a dar soluciones al medio ambiente dándole más espacio a la planta y para el bienestar de los trabajadores darles incentivos .

#### ✓ **Comprimido y reciclaje de Escoria.**

La escoria ferrosa producida por la soldadura y el oxicorte utilizados en los diferentes procesos en la empresa metalmecánica. Tiene muchos usos comerciales, se puede prensar y comprimir por su volumen espumoso para poder volverla atractiva y ser vendida a las empresas que la utilizan como materia prima, de igual forma se utiliza como fertilizante en el sector de la agricultura, en las empresas de fundiciones (ferrosas) como un dispositivo de eliminación de residuos en el proceso de fundición del metal, y para la creación de nuevos insumos.

#### ✓ **Implementar un sistema de cero inventarios.**

Tener el inventario de la materia prima lo más mínimo posible para poder adquirir la materia prima que se necesite en el momento adecuado, para que no genere desperdicios.

### **4.5 Distribución de planta.**

#### **4.5.1 Nueva distribución de áreas y de máquinas dentro de la empresa.**

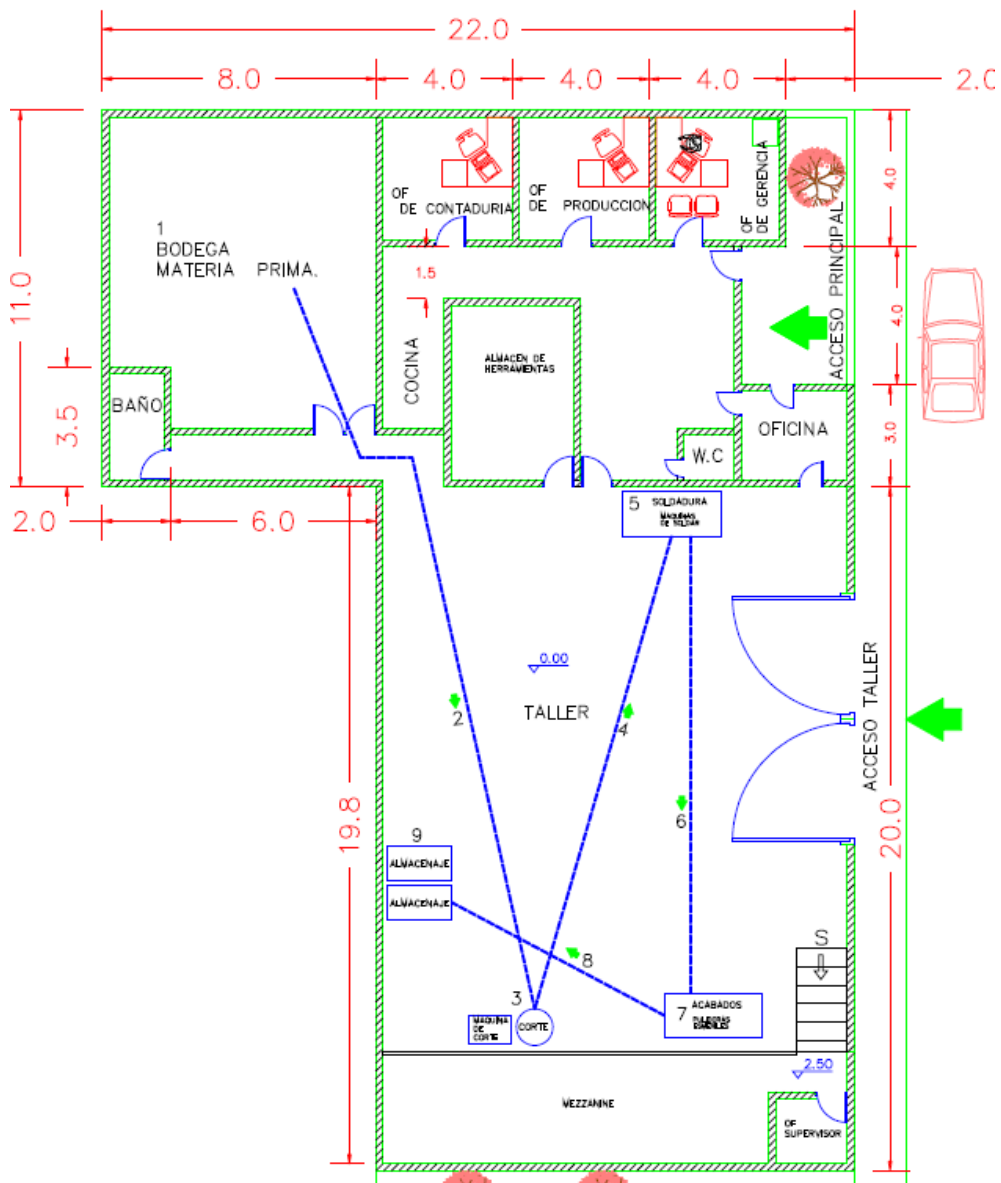
La empresa metalmecánica debido a que surgió y evoluciono en el mercado fue creciendo amplio su local, adquiriendo nuevos equipos con un espacio físico que en su momento no fue bien distribuido. Actualmente la distribución del espacio físico no es el mejor. Basándose en la distribución actual se propone una nueva distribución que permitirá a la empresa aumentar su capacidad física y productiva

con el fin de realizar de manera más organizada el trabajo dentro de la planta. En la distribución propuesta se ejecutaron los siguientes cambios:

- ✓ **Demarcaciones del área de producción:** se delimitará nuevas vías de acceso para optimizar el flujo de los operadores y de materia prima esto tendrá unos magnos beneficios y en los tiempos de operación el cual los minimizara que servirán para emplearlos en otras operaciones y disminuir el incremento de personal que congestionan el área de operación.
  
- ✓ **Nueva distribución de máquinas:** esto alcanzara a redistribuir aprovechando al máximo los espacios generando los siguientes beneficios. Aprovechando mejor los espacios entre los trabajadores y la maquinaria por lo tanto se establecerán las áreas de cada proceso tengan el mismo flujo o sentido para que sean más fluidos en la producción esto minimizara tiempos y disminución de riesgos en el área permitiendo otorgar mejor comodidad a los trabajadores y eficiencia.
  
- ✓ **Nueva distribución de la planta física:** se tomara un espacio libre que está en el segunda piso de la planta para realizar un ambiente de capacitación para dar charlas dictadas por el ingeniero de producción al personal operativo y administrativos que se trataran principalmente los temas de P.M.L , Basura Cero, buenas prácticas de manufacturas, manejo de residuos sólidos, uso racional de la energía, reciclaje, uso racional del agua y su reutilización, etc. esto aportará beneficios para la empresa tanto económico como operativo por el personal estar más concientizado sobre los temas y trataran de aplicarlos de alguna manera. A continuación se muestra la distribución de la planta actual.

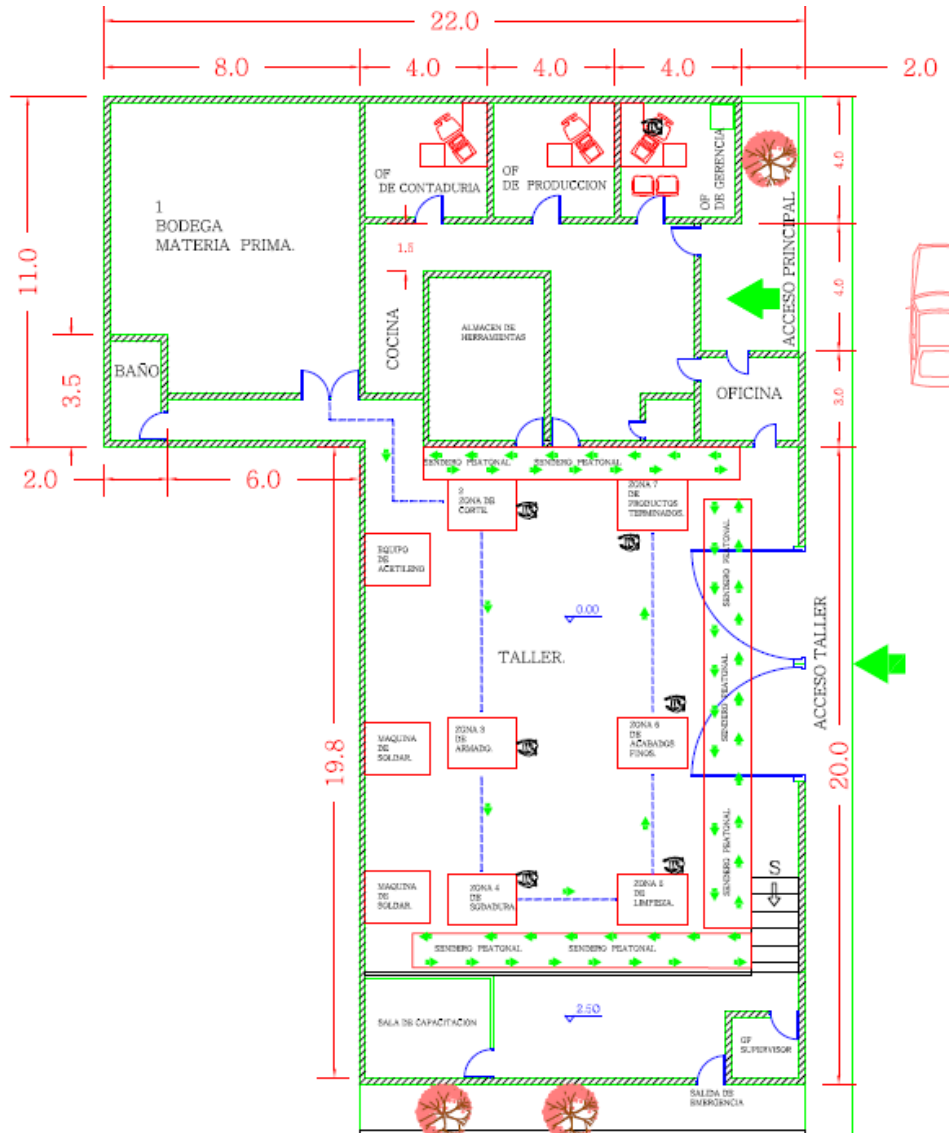


Figura 6. Distribución de planta actual



Distribución de planta propuesta para la implementación de los programas de producción más limpia y economía circular

Figura 7. Distribución de planta propuesto



En general lo anterior traerá los siguientes beneficios, el aumento de los tiempos disponibles para nuevas tareas, la mejora de los controles, la disminución de riesgos laborales debido al establecimiento de pasillos para la circulación del polipasto con traslación manual, mayor satisfacción al operador, capacitación personal, mejor apariencia física de la planta, orden, la demarcación de las áreas de trabajo y del despeje de desperdicios en las áreas de producción.

## **4.6 Selección de soluciones planteadas con impacto en Seguridad y Salud en el Trabajo**

Además de lograr un nivel más bajo de contaminación y de riesgos para la salud, la producción más limpia y la economía circular son con frecuencia una buena propuesta de negocios. El uso más eficiente de los materiales y la optimización de los procesos dan como resultado menos desechos y costos operativos más bajos. Por lo general, existe un aumento en la productividad de los trabajadores, con menos tiempo perdido por enfermedad y accidentes. En la productividad de los trabajadores, con menos tiempo perdido por enfermedad y accidentes con frecuencia existe un incentivo económico para modificar o cambiar el proceso existente. Para la identificación de los beneficios de la implantación de la PML en la empresa se realizaron evaluaciones de viabilidad técnica, financiera y ambiental a cada una de las soluciones planteadas. Dichas evaluaciones, además de permitir conocer los bajos costos de la implementación. En la evaluación técnica se analiza la disponibilidad y confiabilidad de los equipos necesarios para aplicar las soluciones, los efectos sobre la calidad y la productividad, los requerimientos de mantenimiento y servicios, y las habilidades de los operadores empleados en ellas.

Por otra parte, con la evaluación económica se analiza el impacto financiero de las recomendaciones de la PML, como la inversión y los costos y beneficios de operación, y se identifica la recuperación de la inversión

### **4.6.1 Estudio de Viabilidad para la solución: uso y reutilización del agua.**

**En el estudio de viabilidad se considerarán las evaluaciones técnicas, económicas y ambientales.**

✓ Evaluación técnica.

La empresa necesitara adquirir nuevos equipos ahorradores para minimizar el consumo de agua los cuales se instalarán en los baños de los operadores que permitirán un ahorro significativo, esta solución para poder realizarla se tendrá

que compra dichos equipos para instalarlos en los baños de los operadores y para la reutilización del agua se debe recaudar en tanques para el almacenarla en pequeñas proporciones para su reutilización. Por último, la calidad de los productos metalmecánicos no se verá afectada con la implementación de esta solución, debido a que no habrá cambios en los procesos productivos, maquinarias o insumos. La aplicación de nuevas tecnologías implica trae consigo mejoras significativas en diseño, operación, mantenimiento que implican menores riesgos para seguridad y salud de los trabajadores y personal bajo control de la organización.

✓ Evaluación económica.

El impacto económico de esta solución se puede considerar en los equipos ahorradores que se utilizaran en el baño de los operadores el cual generara un 30% aproximado de ahorro de agua en ese sitio según su ficha técnica de los equipos al instalarlos y los recipientes de almacenamiento no tendrán ningún costo ya que la empresa los posee, cuando se implemente el programa de producción mas limpia y economía circular, la empresa ahorrará según el consumo de la empresa un promedio 11% mensual del consumo actual de la empresa a continuación en el análisis.

**Tabla N°11**

*análisis de ahorro de agua*

	CONSUMO MES ACTUAL	DESPUÉS DE IMPLEMENTACIÓN	LA AHORRO
AGUA	262.96 M <sup>3</sup>	234 M <sup>3</sup>	28,92 M <sup>3</sup>

✓ Viabilidad ambiental

El objetivo de reutilizar el agua empleada en la empresa es para minimizar los gastos y ahorro de agua potable así contribuyendo con beneficios ambientales y para qué se logre buscar un mejor uso de este preciado líquido.

#### 4.6.2 Estudio de viabilidad seleccionada: Distribución de planta.

**En el estudio de viabilidad se considerarán las evaluaciones técnicas, económicas.**

##### ✓ Viabilidad técnica

Dentro de los resultados se puede lograr con esta nueva distribución una disminución en la exposición del trabajador a riesgos de seguridad (asociados a mayores desplazamientos y menor área libre para operar máquinas y equipos) y un aumento en la productividad adquirido por una considerable disminución en las distancias recorridas por personal y por la materia prima, logrando también una disminución en los tiempos obligatorios para finalizar un producto, lo que accederá que un operario produzca un mayor número de actividades por día. Estos resultados se lograrán utilizando el diagrama de recorrido propuesto, anexo a esta investigación de trabajo de grado modo de ejemplo, se plantea la fabricación de una pieza cualquiera que requiere del proceso de corte oxiacetilénico y soldado.

Como se puede observar a continuación en el diagrama de recorrido y el de diagrama de proceso analizando la forma de ubicación y las distancias actuales de recorrido por el operario es de **52 m**, se adquiere reducir luego de los cambios a **38.5m** lo que equivale a una disminución de **13.5 m** que corresponde al **25.96%** de la distancia original. Se reitera que al reducir la distancia recorrida, el tiempo empleado por el operario para la fabricación del objeto del mismo modo reducirá lo que permite que desarrolle un mayor número de actividades por día.

A continuación el diagrama de recorrido de la empresa.

**Figura 8. Diagrama de recorrido actual**

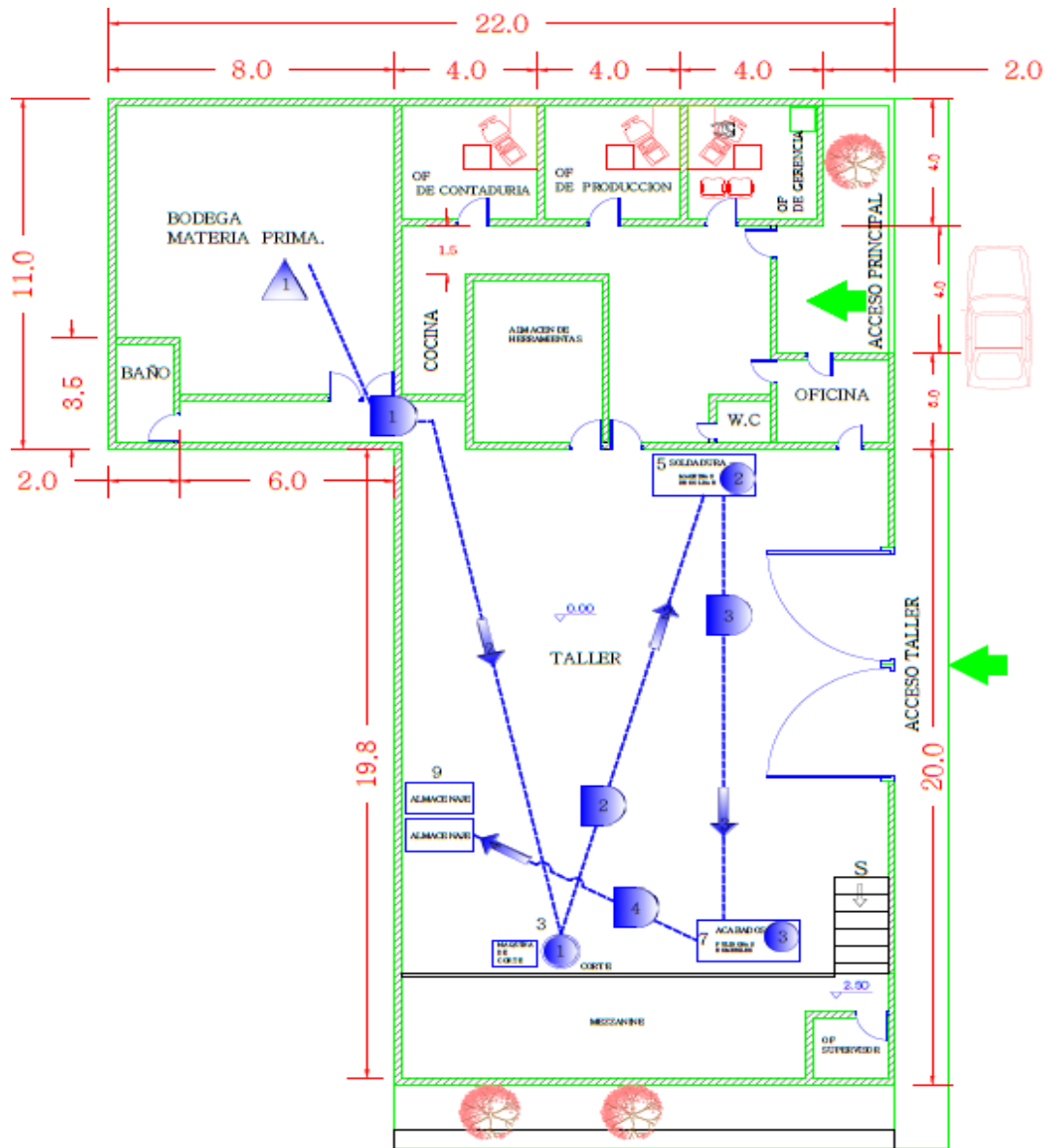
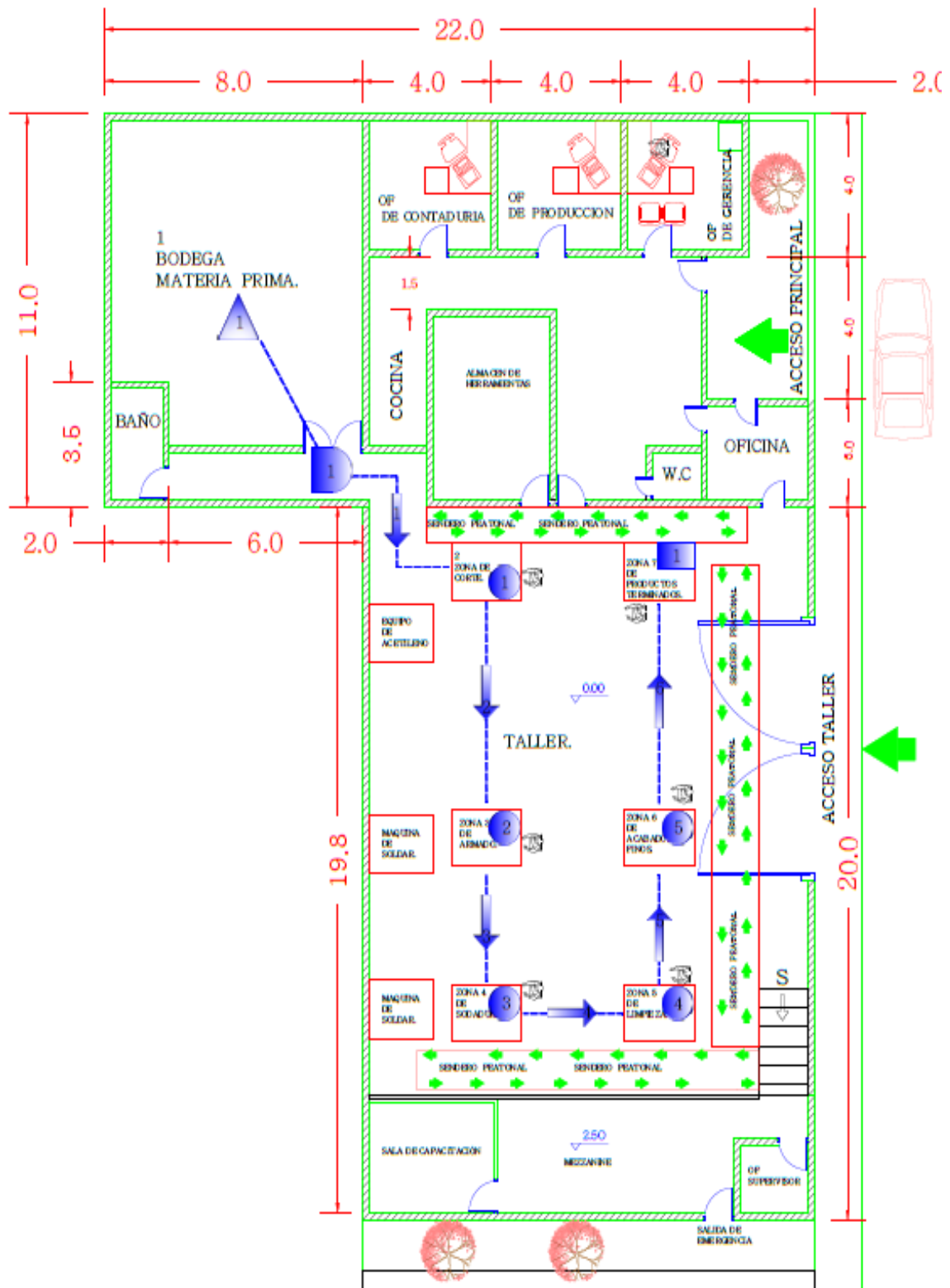


Tabla N° 12 Diagrama de proceso de producción de metalistería actual

		Resumen					
					cant	Recorrido total	
		Operación	0			7	52 m
		Transporte	6			6	
	Actividad: proceso de metalistería	Demora	7			7	
		Inspeccion	0			0	
	Metodo:Propuesto	Almacenaje	1			1	
	Tipo:Operario						
	Material : Equipo soldadura y oxicorte						
Descripcion		Símbolo					Recorrido m
1	Dirigirse ala persona encargada de la bodega(Material a utilizar)	0	6	D	0	7	22
2	Esperar disponibilidad del polipastos	0	6	6	0	6	
3	Transportar material al area de Corte	0	6	D	0	6	
4	Verificar insumos requeridos del Oxicorte	0	6	6	0	6	
5	Ajustar equipo	0	6	6	0	6	13
6	Preparar material para cortar	6	6	D	0	6	
7	Cortar material	6	6	D	0	6	
8	Armado de material	6	6	D	0	6	
10	Esperar disponibilidad del polipastos	0	6	6	0	6	10
11	Transportar material al area de soldado	0	6	D	0	6	
12	Buscar insumos requeridos de la soldadura	0	6	6	0	6	
13	Ajustar maquina	6	6	D	0	6	
14	Preparar material para soldar	6	6	D	0	6	7
15	Soldar material	6	6	D	0	6	
16	Esperar disponibilidad del polipastos	0	6	6	0	6	
17	Transportar material al area acabados	0	6	D	0	6	
18	Realizar acabado final	6	6	D	0	6	7
19	Esperar disponibilidad del polipastos	0	6	6	0	6	
20	Retirar	0	6	D	0	6	
21	Almacenar material procesado	0	6	D	6	6	
recorrido total						52 m	

Figura 9. Diagrama de recorrido propuesto



**Tabla N°13** Diagrama de proceso de producción de metalistería propuesto.



		Resumen					
						cant	Re corrido total
		Operación	○				12
		Transporte	⇨				6
Actividad: fabricación de tubería		Demora	□				1
		Inspección	▽				2
Metodo: Propuesto		Almacenaje	□				2
Tipo Operativo		Material : Equipo de soldadura y oxi corte					
Descripción		Símbolo					Recomido m
1	Registrar hora y chequesar la orden de producción	○	⇨	□	□	▽	7
2	Dirigirse a la persona encargada de la bodega Material a utilizar	●	⇨	□	□	▽	
3	Verificar y esperar disponibilidad de los pastos	○	⇨	●	□	▽	
4	Transportar material al área de Corte	○	⇨	□	□	▽	
5	Verificar insumos requeridos del Oxi corte	○	⇨	□	□	▽	7.5
6	Ajustar equipo	●	⇨	□	□	▽	
7	Preparar material para cortar	●	⇨	□	□	▽	
8	Cortar material	●	⇨	□	□	▽	
9	Transportar material al área de armado	○	⇨	□	□	▽	
10	Armado de material	●	⇨	□	□	▽	
11	Transportar material al área de soldado	○	⇨	□	□	▽	5
12	Verificar insumos requeridos de la soldadura	●	⇨	□	□	▽	
13	Ajustar maquina	●	⇨	□	□	▽	
14	Preparar material para soldar	○	⇨	□	■	▽	
15	Soldar material	●	⇨	□	□	▽	5
16	Transportar material al área de limpieza	○	⇨	□	□	▽	
17	Realizar limpieza de material	●	⇨	□	□	▽	6
18	Transportar material al área acabados	○	⇨	□	□	▽	
19	Realizar acabado final	●	⇨	□	□	▽	8
20	Retirar material terminado	○	⇨	□	□	▽	
21	Almacenar material terminado	○	⇨	□	■	▽	
22	Registrar los datos requeridos en el orden de producción	●	⇨	□	□	▽	
23	Entregar la orden producción al supervisor	●	⇨	□	□	▽	
Re corrido total							38.5 m

### Viabilidad económica

Aunque no se cuente con datos numéricos, se sabe que se logran incrementos en la productividad al aumentar la producción por hora de trabajo, lo que ratifica lo expuesto inicialmente.

### 4.6.3 Estudio de viabilidad para la solución: implementación de un sistema de cero Inventarios y suministros de nuevos proveedores.

En el estudio de viabilidad se considerarán las evaluaciones técnicas, económicas y ambientales

- ✓ Evaluación técnica.

La calidad de los productos metalmecánicos se verá afectada con la implementación de esta solución, ya que se le suministrara la materia prima adecuada con las medidas con que se requirieron esto generara menos desperdicios y retales debido a que en el proceso de oxicorte se optimizara el

material a cortar por las dimensiones requeridas el cual sería más eficiente, el proveedor sería una ficha clave para la empresa para satisfacer la demanda de este servicio.

Por otra parte, la productividad de la empresa presentará un incremento, a causa de una disminución en los tiempos de proceso, en los accidentes laborales y a un ambiente de trabajo más cómodo, originado por la disminución de la generación de retales y la adecuación de la planta para ubicarlos en una zona ideal.

La productividad es una medida corriente de que tan bien está utilizando sus recursos una empresa.

En su sentido más amplio esta se define como:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

- ✓ Evaluación económica.

El impacto económico para esta solución puede considerarse nulo, ya que no se requiere de ningún tipo de inversión. Como bien se había mencionado, la empresa no necesitará adquirir nuevos equipos ni capacitar su mano de obra, por tanto, lo obtenido se podrá considerar netamente como un ahorro.

El comportamiento económico para la implementación de esta solución será el siguiente:

**Tabla N°14** pérdidas y mermas de materiales**ESTADO DE RESULTADO**

	2015	2016	2017
<b>INGRESOS</b>	<b>\$ 700.000.000</b>	<b>\$ 749.000.000</b>	<b>\$ 801.430.000</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>\$ 80.433.600</b>	<b>\$ 78.998.400</b>	<b>\$ 98.217.600</b>
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>\$ 169.871.560</b>	<b>\$ 190.850.697</b>	<b>\$ 214.420.758</b>
<b>PERDIDA DE MATERIALES</b>	<b>\$ 25.480.734</b>	<b>\$ 28.627.605</b>	<b>\$ 32.163.114</b>
<b>MERMAS</b>	<b>\$ 16.987.156</b>	<b>\$ 19.085.070</b>	<b>\$ 21.442.076</b>
<b>TOTAL, MATERIALES</b>	<b>\$ 212.339.450</b>	<b>\$ 238.563.372</b>	<b>\$ 268.025.948</b>
<b>GASTOS DE ADMON Y VENTAS</b>	<b>\$ 64.100.100</b>	<b>\$ 71.561.355</b>	<b>\$ 69.754.873</b>
<b>UAII (Utilidad Operativa)</b>	<b>\$ 213.650.213</b>	<b>\$ 359.876.873</b>	<b>\$ 365.431.579</b>
<b>Margen de Utilidad</b>	<b>30,52%</b>	<b>48,05%</b>	<b>45,60%</b>
<b>Margen de Contribución</b>	<b>58,18%</b>	<b>57,60%</b>	<b>54,30%</b>

En el cuadro anterior en el estado de resultado las pérdidas de materiales y mermas que son en total un **25%** de la producción anual actualmente. Al evitar la generación de retales y pérdidas en los insumos para la fabricación se mitigará al máximo las pérdidas de materiales actualmente en la empresa. Disminuirán satisfactoriamente cuando se aplique el programa lo que minimizara las perdidas en la productividad en el proceso de implementación.

- ✓ Evaluación ambiental.

Aunque con la implantación de esta solución los desechos no se eliminarán del todo mermara durante el proceso de implementación.

#### **4.6.4 Estudio de viabilidad para la solución: reciclaje y vente de retales.**

**En el estudio de viabilidad se considerarán las evaluaciones técnicas, económicas y ambientales**

✓ Evaluación Técnica.

En la implementación de esta solución la empresa no necesitará adquirir nuevos equipos o crear nuevos programas de mantenimiento. Se trata de crear conciencia a los trabajadores con el fin de contrarrestar los desechos por otro lado ponerse en contacto con un centro de acopio. Para comercializar los retales.

La calidad de los productos metalmecánicos no se verá afectada con la implementación de esta solución, debido a que no habrá cambios en los procesos productivos, maquinarias o insumos. Por esta misma razón, la productividad del sistema no presentará ningún tipo de cambios directos, su variación se podrá observar en el rendimiento de los empleados el cuál aumentará al disminuir el riesgo de accidentes y la creación de un mejor ambiente de trabajo al evacuar constantemente los retales de la planta.

En cuanto al recurso humano, este entrará a jugar un papel muy importante en la implementación de esta solución, ya que se necesitará de su compromiso para la recolección de los retales generados.

✓ Evaluación económica.

Visto desde la posición de la empresa la inversión para esta solución es nula, ya que cuentan con los recipientes y con las áreas disponibles para la recolección de este desecho, y no se requiere de ningún otro tipo de herramientas. Por tanto, lo obtenido puede considerarse como un ahorro para la empresa, cuando se implemente el sistema esto conllevará a disminuir el 15 % poco a poco de pérdida de materiales que se genera actualmente según las encuestas realizadas en la empresa. Esto retribuirá de manera positiva para la empresa la inversión que podrá ser recuperada ya que le empresa recolectora por cada kilo de retales reciclados.

✓ Evaluación ambiental.

Al llevar a cabo esta solución se espera evitar que los retales terminen en los rellenos sanitarios, lugar que no es el indicado para ello, o como muchas veces ocurre en las calles de la ciudad donde son depositados por los diferentes recolectores informales, los cuales son pagados por las empresas para que se deshagan de esta.

#### **4.6.5 Estudio de Viabilidad para la solución: nuevos equipos de soldadura.**

**En el estudio de viabilidad se considerarán las evaluaciones técnicas, económicas y ambientales**

✓ Evaluación técnica.

La empresa necesitara adquirir nuevos equipos de soldadura con un mejor rendimiento el cual minimizara el consumo de energía y se renovaran los antiguos ya que vienen presentando fallas y además demasiado consumo de energía por su avanzado tiempo utilización se busca nuevas tecnologías para reemplazarlos. Por último, la calidad de los productos metalmecánicos se verá afectada con la implementación de esta solución, debido a que habrá cambios en los procesos productivos, maquinarias e insumos.

✓ Evaluación económica.

El impacto económico de esta solución se puede considerar en la siguiente demostración.

La empresa realizo trabajos a diario con (2) maquinas LINCOL IDEALARC 250 en todo el año el cual se realizará una comparación con las maquinas propuestas para mirar su viabilidad económica.

A continuación, los valores de consumo de energía de las máquinas según las fichas técnicas de los fabricantes.

**Tabla N°15**

*Fichas técnicas de máquinas.*

	ACTUALES	PROPUESTAS
MAQUINAS	LINCOL IDEALARC 250	MILLER XTM 350
ALIMENTACION	TRIFASICA	TRIFASICA
POTENCIA DE ENTRADA (KW)	16	13.6
VOLTAGE	220 V	220V a 575V

**Fuente:** del investigador

Se realizará la comparación del trabajo realizado por las máquinas en la empresa actualmente con las propuestas trabajando al mismo ritmo 8 horas al día de lunes a sábado los 313 días hábiles del año.

Las 2 máquinas actuales LINCOL IDEALARC 250 según su ficha técnica su potencial eléctrico que es de 16 kw realizando lo siguiente para encontrar la energía demandada anualmente.

$P =$  Potencia eléctrica demandada, kW

$P1 =$  Potencial del equipo eléctrico, kW

$N1 =$  Número de equipos en el área

Donde:

Potencial eléctrico demandada:  $P = P1 \times N1$

$$P = 16 \text{ KW} \times 2 = 32 \text{ KW}$$

Donde:

E = Energía eléctrica consumida anualmente, kW h/año

P1 = Potencial del equipo eléctrico

N1 = Número de equipos en el área

D = Días del año en que funciona el área, d/año

H = Horas del día en que funciona el área, h/día

Energía eléctrica consumida anualmente:  $E = P1 \times N1 \times D \times H$

Entonces:

$$E = 16 \text{ kw} \times 2 \times 313 \text{ días/año} \times 8 \text{ horas} = 80128 \text{ kw h/año}$$

Energía eléctrica consumida anualmente es de 80128 kw h/año

Se realiza cálculo con los equipos propuestos 2 equipos MILLER XTM 350

con las mismas condiciones.

P = Potencia eléctrica demandada, kW

P1 = Potencial del equipo eléctrico, kW

N1 = Número de equipos en el área

N1= 2, P1=13.6 kw según su ficha técnica.

Donde:

Potencial eléctrico demandada:  $P = P1 \times N1$

$$P = 13.6 \text{ KW} \times 2 = 27.2 \text{ KW}$$

Donde:

E = Energía eléctrica consumida anualmente, kW h/año

P1 = Potencial del equipo eléctrico

N1 = Número de equipos en el área

D = Días del año en que funciona el área, d/año

H = Horas del día en que funciona el área, h/día

Energía eléctrica consumida anualmente:  $E = P1 \times N1 \times D \times H$

Entonces:

$E = 16 \text{kw} \times 2 \times 313 \text{ días/año} \times 8 \text{ horas} = 68,109 \text{ kw h/año}$

Energía eléctrica que consumirá anualmente será de 68,109 kw h/año

Se realiza una comparación de lo anterior con los equipos propuestos la energía que consumirán una vez entre en funcionamientos, se puede determinar el ahorro a lograr cuando se efectúe dicho cambio a través de una comparación entre la situación actual y la propuesta, así:

DE = Ahorro en consumo de energía, kW h/año

E actual = Consumo actual, kW h/año

P propuesta = Consumo propuesto, kW h/año

$DE = E \text{ actual} - E \text{ propuesta}$

$DE = 80128 \text{ kw h/año} - 68,109 \text{ kw h/año} = 12.019.2 \text{ kw h/año}$

Ahorro en términos económicos:

DE = Ahorro en consumo de energía, kW h/año

$\$E = \text{Costo del consumo eléctrico, } \$/\text{kWh}$

E1 = Ahorro económicos por consumo, \$/año

$E1 = DE \times \$E$

Precio del kw h de la energía en la empresa es de:  $\$E = 357.9$  pesos entonces:



$$E1 = DEx\$E = 12.019.2 \text{ kw h/año} \times \$ 357.9 = \$ 4.301.672$$

Ahorro total:

$$DT = (P1) \times \text{IVA}$$

Dónde:

$E1$  = Ahorro económicos por consumo, \$/año

$DT$  = Ahorro total económico, \$/año

IVA = Impuesto al valor agregado (por ejemplo 1.16 si es 16%)

$DT = \$ 4.301.672 \times 16\% = \$ 4.989.939$  Ahorro anual por la implementación de dos maquinas

✓ Viabilidad ambiental

El objetivo de minimizar el consumo de energía es con el fin de que la empresa disminuya los gastos de energía así contribuyendo con beneficios ambientales y para que se logre una mejor reducción de la energía.

#### **4.7 Los indicadores de gestión propuestos para la empresa**

Iniciando el programa de producción más limpia y economía circular se definirán unas metas que no superaran el 15% por ser el comienzo de la gestión y que se ajustaran dependiendo del desempeño y la conciencia que la empresa logre forjar de la importancia de implementar la producción más limpia y la preservación de los componentes ambientales básicos (agua, suelo, aire, fauna y flora y personas).

**AUSENTISMO LABORAL:** este indicador surge de la necesidad de reducir el ausentismo laboral de los trabajadores asociado a factores de seguridad (accidentes) y de higiene (enfermedades). Se propone inicialmente la reducción de un 30% con respecto a los datos del último año (2019).

**CASOS SOSPECHOSOS DE ENFERMEDAD LABORAL:** este indicador surge de la necesidad de realizar monitoreo permanente a las condiciones de salud del

personal para prevenir enfermedades asociadas a factores de higiene (físicos, químicos y biomecánicos) y hacer seguimiento a los casos sospechosos de enfermedad laboral nuevos (incidencia) y los casos que reinciden (prevalencia). Se propone una meta considerando factores varios tales como la edad de los trabajadores expuestos y la intensidad de las variables de riesgo físicas y químicas, además de considerar las evaluaciones ocupacionales realizadas del último año (2019).

**TASA DE ACCIDENTALIDAD:** este indicador surge de la necesidad de reducir los accidentes de trabajo asociados a factores de seguridad (eléctricos, mecánicos y locativos). Se propone inicialmente la reducción de un 30% con respecto a los datos del último año (2019).

**VOLUMEN DE RESIDUOS GENERADOS:** este indicador surge de la necesidad de controlar la generación de los residuos en la etapa productiva; estos residuos se generan por la falta de controles en las materias primas, puesto que las especificaciones (láminas de acero) que se piden dan cabida a desperdicios por las dimensiones del material que dan como resultado retales que en muchas ocasiones representan pérdidas de materiales y residuos que no se pueden reutilizar.

En los últimos 3 años (2017-2020) se han mantenido el 15% por pérdida de materiales y el 10% por mermas en la producción. La meta a alcanzar para empezar es una reducción del 15 % en la pérdida de materiales y un 10% en las mermas.

**QUEJAS-COMUNIDAD:** este indicador surge de la necesidad de mejorar las comunicaciones con la comunidad ya que ha habido incidentes por los niveles de ruido y el manejo que la empresa le ha dado a los residuos y algunos vertimientos resultantes del proceso.

Como meta inicial para el seguimiento y mejoramiento de las comunicaciones y desempeño ambiental se establecen como máximo 4 quejas sustancialmente argumentadas por la comunidad.

**CONSUMO DE ENERGIA.** El consumo de energía se optimizara gestionando el cumplimiento de un indicador (consumo de energía) que tiene como meta el consumo de 1350 Kw/h mes. (Reducción del 12%)

**CONSUMO DE AGUA.** El consumo racional del agua se gestionara con el cumplimiento de un indicador (consumo de agua) que tiene como meta el consumo de 235 mt<sup>3</sup>.(reducción del 11%)

En la siguiente **Tabla N° 16** se observan los Indicadores De Gestión.

**Tabla No. 16.**

*Indicadores de gestión*

INDICADORES AMBIENTALES	MEDIO	FORMULA	PERIODICIDAD	META
AUSENTISMO LABORAL		# de días perdidos por incapacidad	Mensual	Máx. 3
CASOS SOSPECHOSOS DE ENFERMEDAD LABORAL		# de casos sospechosos de enfermedad laboral	Semestral	Máx. 1
TASA DE ACCIDENTALIDAD		# de accidentes laborales por cada 240.000 horas trabajadas	Mensual	Máx. 4
QUEJAS-COMUNIDAD		Quejas de la Comunidad Aceptadas*100%/N° De Proyectos en Operación	Semestral	Máx. 4
CONSUMO DE ENERGIA		Consumo Generado Mes	Mensual	12%
CONSUMO DE AGUA		Consumo Generado Mes	Mensual	11%
VOLUMEN DE RESIDUOS GENERADOS	PERDIDAS EN MATERIALES	Perdida en Materiales	Mensual	15% de Materiales Directos
	MERMAS	% de Mermas en el proceso	Mensual	5% de Materiales Directos

**Fuente:** del investigador.

Este indicador propuesto para la empresa. Con el fin de contrarrestar los índices de contaminación del medio ambiente creando control con metas pactadas de autogestión.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Para concluir este proyecto de trabajo de grado, este capítulo se dedica a mostrar las conclusiones y recomendaciones logradas a lo largo de la realización del proyecto, lo preliminar será con el fin de que se le pueda dar prolongación a la aspiración y a si como exponer los beneficios logrados.

### **Conclusiones**

La Innovación de implementación de estrategias de producción más limpia (PML) y economía circular como estrategia ambiental para la gestión de riesgos de seguridad y salud en el trabajo, permitirá a la empresa metalmeccánica aumentar la prevención de dichos riesgos con el el beneficio de ser mas competitiva en el mercado e impactar de una manera más positiva la comunidad.

Al hacer la evaluación ambiental con las herramientas de producción más limpia y basura cero se pudo determinar el comportamiento y la situación ambiental de los procesos, para así elaborar las alternativas de producción más limpia y de economía circular que tuvieran mayor incidencia en la prevención de riesgos laborales.

La adopción de estas estrategias, permitirá un aprovechamiento óptimo de los componentes (materias primas, agua, energía, entre otros) más relevantes de la producción además de abrir la posibilidad de encontrar alternativas a la gestión de los riesgos de seguridad y salud propias de la actividad.

Con el manejo integral de residuos sólidos (cero inventario, equipos con nuevas tecnologías, venta de escoria y retales) que reduce el volumen de residuos que contaminan el suelo y proyectan partículas que contaminan el aire (emisiones + residuos) y el agua (vertimientos contaminados con residuos) también se previene accidentes asociados a riesgos locativos.

La ejecución de las alternativas propuestas de producción mas limpia traerá consigo la protección, prevención y preservación de la seguridad y salud de trabajadores y personas expuestas, del medio ambiente y el acatamiento de la legislación para prevención de riesgos laborales y ambiental, además de la posibilidad de recibir ingresos económicos para la compañía por el manejo ambiental de los residuos.

Las estrategias preventivas de gestión ambiental tienen una relación estrecha con la prevención de riesgos laborales.

La tecnología empleada juega un papel crucial en los procesos de producción puesto que los resultados de esta variable de la producción tienen un impacto relevante sobre la salud de los trabajadores y el medio ambiente.

El manejo de las materias primas es también un elemento crítico en los procesos de producción puesto que los niveles de toxicidad y otros aspectos que puedan generarse dependerán de la calidad y los componentes de las materias primas.

El componente humano es otra variable esencial no solo por ser el motor de los procesos de producción sino también por ser el promotor de la sostenibilidad o deterioro del ambiente.

## **Recomendaciones**

- Luego del diagnóstico se recomienda que se considere la redistribución de los equipos con el fin de optimizar la producción y el tiempo y minimizar los factores de riesgo de seguridad (físico, locativos, mecánicos y eléctricos).
- Se recomienda el chequeo periódico de las condiciones de salud del personal de acuerdo a profesigrama elaborado.
- Se recomienda la adopción de las estrategias aquí propuestas, y la evaluación continua de la eficacia de los procesos para la implementación.

- Se recomienda realizar seguimiento a las alternativas que se proponen por medio de indicadores de gestión.
- Producir limpiamente se traduce en sustentabilidad, eficiencia y competitividad, por lo cual los operadores están considerando dentro de su proceso productivo el tema medioambiental, en parte es debido a la existencia de normas que definen claramente la vía de evacuación y contenido de los desechos que se generan en la planta.
- Al diagnosticar el sistema de extracción localizada se buscaría obtener una combinación óptima de: máxima protección a la salud pública y el ambiente; y mínimos costos de construcción y operación.
- Hacer partícipes a los empleados en la elaboración alternativas de producción más limpia y economía circular mediante un programa de ideas al 100%, ya que este tendrá muchos beneficios.
- Aprovechar al máximo la materia prima y producir lo necesario para evitar desechar residuos orgánicos, disminuir el consumo de electricidad, mantener la iluminación solo en la noche y usar luz natural en el día; solo tener enchufados y conectados los equipos que se requieren.
- Se considera muy importante que al momento de su implementación se escojan las personas adecuadas en las diferentes áreas que se requieren. Además, la posibilidad que se implemente de manera adecuada las estrategias, dependerá de la capacidad que tengan sus gestores para dárselo a conocer a la planta de personal, haciendo énfasis en los beneficios que traerá para todos tanto económicos como ambientales.

- Durante el diagnóstico de la empresa en la planta se trató de concientizar y educar al personal para que evitara enviar residuos sólidos por el canal de drenaje, se contrata al personal (según las necesidades de producción), por lo cual se recomienda al personal (Grupo de producción mas limpia y economía circula) debe dictar charlas de capacitación a los empleados frecuentemente.
- El diagnóstico del programa de producción más limpia y economía circular influenciará positivamente la empresa para que se refuercen ciertos procedimientos de Buenas Prácticas de Fabricación que se estaban obviando.
- Los objetivos planteados en la tesis fueron cumplidos en su totalidad, ya que se diagnosticó el problema y se propusieron alternativas de solución en la empresa, no siendo posible esto sin el consentimiento de la Gerencia a quienes se les agradece por haber permitido realizar esta tesis en sus instalaciones.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aplicación de la Metodología de Producción Más Limpia en el sector metalmecánico de la ciudad de Cartagena, Paula Andrea Sánchez Ruz, Javier Emilio Succar Manzurr. Tesis de U.T.B .2018.
- Arcudia García, Isabel, 2018, Cómo elaborar proyectos de investigación (una guía de trabajo), ICSA, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chih.
- Bart. Van hoof. Alfa omega. Producción Más Limpia. Paradigma de Gestión ambiental. México, México ed. 2017.
- Campbell D y Stanley J, (1995) Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social. Recuperado <https://knowledgesociety.usal.es/sites/default/files/campbell-stanley-disec3b1os-experimentales-y-cuasiexperimentales-en-la-investigacic3b3n-social.pdf>
- Campbell D y Stanley J, (1995) Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social. Recuperado de <https://knowledgesociety.usal.es/sites/default/files/campbell-stanley-disec3b1os-experimentales-y-cuasiexperimentales-en-la-investigacic3b3n-social.pdf>
- Caracterización Ocupacional del Sector Metalmecánico. Mesa Sectorial Metalmecánica, SENA Centro de Automatización Industrial Regional Caldas. Consultora IRMA SERNA COCK. Manizales Marzo 2012.
- Carlos Andrés mejía Fernández (2018), Propuesta de implementación del programa de producción más limpia para una empresa reacondicionadora de envases industriales, trabajo de grado, universidad eafit, Medellín, Colombia
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) (2005) La Paz, Bolivia, Guía Técnica General de Producción Mas Limpia
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) (2018) La Paz, Bolivia, Guía Técnica General de Producción Mas Limpia [https://www.researchgate.net/profile/Juan\\_Cristobal\\_Birbuet/publication/283298](https://www.researchgate.net/profile/Juan_Cristobal_Birbuet/publication/283298)

458\_Guia\_Tecnica\_General\_de\_Produccion\_Mas\_Limpia/links/5631a61c08ae3de9381d0cab/Guia-Tecnica-General-de-Produccion-Mas-Limpia.pdf

- Centro nacional de producción limpia en el salvador (CNPML).
- Centro nacional de producción más limpia y tecnologías ambientales – CNPMLTA (2018) Medellín, Colombia, Producción Más Limpia en el Sector de Recubrimientos Electrolíticos  
[http://www.cnpml.org/index.php?option=com\\_content&view=section&layout=blog&id=3&Itemid=32](http://www.cnpml.org/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=3&Itemid=32)
- Centro nacional de Producción más limpias de honduras (CNP+LH).
- Divo Durruthy Martha. (2012, junio 4). Técnicas de producción limpia y aseguramiento de la calidad. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/tecnicas-de-produccion-limpia-y-aseguramiento-de-la-calidad>  
Enciclopedia de la salud y el trabajo.
- Evelyn Barrios, Dulce Loreto; Alternativas y herramientas para la producción más limpia ISSN-e 1856-9811, Vol. 3, N°. 1, 2003, págs. 255-270  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4003891>
- Fundación Empresarial para la Acción Social (FUNDEMÁS). (2007). San salvador, el salvador, Manual del Participante: La empresa Amigable con el Medio Ambiente
- Fundación Empresarial para la Acción Social (FUNDEMÁS). (2017). San salvador, el salvador, Manual del Participante: La empresa Amigable con el Medio Ambiente
- GTZ – P3U. (2003). Guía de Buenas Prácticas de Gestión Empresarial (BGE) para Pequeñas y Medianas Empresas. <http://www.bibliotecavirtual.info/wp-content/uploads/2013/11/es-manual-del-participante-empresa-medio-ambiente.pdf>
- <http://www.bibliotecavirtual.info/wp-content/uploads/2013/11/es-manual-del-participante-empresa-medio-ambiente.pdf>
- [https://www.researchgate.net/profile/Juan\\_Cristobal\\_Birbuet/publication/283298458\\_Guia\\_Tecnica\\_General\\_de\\_Produccion\\_Mas\\_Limpia/links/5631a61c08ae3de9381d0cab/Guia-Tecnica-General-de-Produccion-Mas-Limpia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan_Cristobal_Birbuet/publication/283298458_Guia_Tecnica_General_de_Produccion_Mas_Limpia/links/5631a61c08ae3de9381d0cab/Guia-Tecnica-General-de-Produccion-Mas-Limpia.pdf)

- ICONTEC. (15 de DICIEMBRE de 2010). GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS. Obtenido de GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS: <http://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>
- ICONTEC/2007. (s.f.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Obtenido de <https://www.icontec.org/Sec/Paginas/lpq.aspx>
- ICONTEC/2007. (s.f.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Obtenido de <https://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>
- Indura S.A (2017-2018) Indura Santiago de Chile, Chile, Manual de sistemas y materiales de soldadura Indura <http://www.indura.cl/Descargar/Manual%20de%20Sistemas%20y%20Materiales%20de%20Soldadura?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fcl%2Fbiblioteca%2Fc230fb3467c14e16b09e360b3cc49860.pdf>
- Irma, L. M. (2016). Google academic. Obtenido de <http://refi.upnorte.edu.pe/bitstream/handle/11537/9776/Linares%20Mart%c3%a9nez%20Josue%20Abner%20Sayra%20Flores%20Maribel%20Irma%20%28Tesis%20Parcial%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ISO/19001/2008. (s.f.). Normas internacional. Obtenido de <https://www.cecep.edu.co/documentos/calidad/norma-iso-19011-2018.pdf>
- Jeanne Stallman. (20 de febrero de 2012). Enciclopedia de la seguridad y salud en el trabajo de la OIT (versión electrónica) Barcelona España. Chantal Dufresne. <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnnextoid=a981ceffc39a5110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel=9f164a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- Manual de soldadura Indura.
- Ministerio Nacional de Educación Colombia. (13 de SEPTIEMBRE de 2013). Ministerio Nacional de Educación Colombia. Obtenido de Ministerio Nacional de Educación Colombia: <https://pastebin.com/cnsp223c>
- MinTrabajo, M. d. (2007). Ministerio de Trabajo. Obtenido de <http://www.mintrabajo.gov.co/relaciones-laborales/riesgos-laborales/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>

- Producción Más Limpia. Paradigma de Gestión ambiental. Bart. Van hoof. Alfa omega. ed. 2018.
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Propuesta presentada al Consejo Nacional Ambiental en Agosto de 1997.
- Res0312/2019, R. (s.f.). Obtenido de [https://id.presidencia.gov.co/Documents/190219\\_Resolucion0312EstandaresMinimosSeguridadSalud.pdf](https://id.presidencia.gov.co/Documents/190219_Resolucion0312EstandaresMinimosSeguridadSalud.pdf)
- Schmelkes Nora, Schmelkes Corina. (2010). Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación. México, D. F: Oxford University Press
- Schmelkes Nora, Schmelkes Corina. (2019). Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación. México, D. F: Oxford University Press
- Scientia et Technica Año XVII, No 46, Diciembre 2018. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Servicio nacional de aprendizaje (SENA). (2012). caracterización del sector metalmecánico y área de soldadura en Colombia. Recuperado de <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2169/1/3137.pdf>
- Servicio nacional de aprendizaje (SENA). (2012). caracterización del sector metalmecánico y área de soldadura en Colombia. Recuperado de <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2169/1/3137.pdf>
- Walmar Ingeniería Operación y Guía Práctica.

## **ANEXOS**

- Matriz de identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles administrativa
- Matriz de identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles administrativa
- Matriz de requisitos legales
- Matriz de verificación de estándares mínimos
- Plan Estratégico