



**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y**  
**PRODUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**MEJORA DEL PROCESO EN EL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE UNA  
EMPRESA METALMECÁNICA**

---

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autor**

Paucar Llumiquinga Diego Patricio

**Tutora**

MSc. Álvarez Sánchez Ana

QUITO– ECUADOR

2024

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Diego Patricio Paucar Llumiquinga, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “MEJORA DEL PROCESO EN EL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 10 días del mes de abril de 2024, firmo conforme:

Autor: Diego Patricio Paucar Llumiquinga



Firma: .....

Número de Cédula: 1723957013

Dirección: Pichincha, Quito, Sangolquí, El Cabre.

Correo Electrónico: lligo16@hotmail.com Teléfono:  
0992963923

## **APROBACIÓN DE LA TUTORA**

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Integración Curricular “MEJORA DEL PROCESO EN EL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA.” presentado por Paucar Llumiquinga Diego Patricio, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

### **CERTIFICO**

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 10 de abril del 2024

.....

MSc. Álvarez Sánchez Ana

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 10 de abril del 2024



.....  
Paucar Llumiquinga Diego Patricio  
1723957013

## **APROBACIÓN DE LECTORES**

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: MEJORA DEL PROCESO EN EL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 10 de abril del 2024

.....  
MSc. Segura D'Rouville Juan Joel  
LECTOR

.....  
MSc. Villacís Guerrero Jacqueline del  
Pilar  
LECTOR

## **DEDICATORIA**

**A mi amada familia**

**Carla, Diego y Sarita,**

"Con profundo agradecimiento,  
dedico estas palabras a aquellos  
que han sido mi fuente constante  
de alegría y motivación."

**A mis padres Patricio y Sonia**

cuyo apoyo incondicional han  
sido un pilar muy grande, les dedico este  
logro con gratitud eterna.

**A mi hermano Jason,** compañero de vida,

le agradezco por siempre estar a mi  
lado, compartiendo cada paso de estos  
grandes años de vida.

**A mi tía Martha,** cuya sabiduría

y respaldo invaluable han sido  
un faro en los momentos más desafiantes, le  
dedico este logro con admiración y cariño.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todos aquellos que contribuyeron a hacer este logro significativo, les dedico un agradecimiento especial.

A mis padres, cuyo sacrificio y amor han sido mi mayor inspiración, a mi esposa e hijos, por su paciencia y comprensión, durante las largas jornadas de estudio.

Agradezco a mis amigos y compañeros de clases, quienes compartieron conocimientos. Juntos hemos superados desafíos y celebrando éxitos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR.....	ii
APROBACIÓN DE LA TUTORA .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
Introducción .....	1
Marco Teórico.....	4
Estructuras Metálicas .....	4
Elementos de las estructuras metálicas .....	5
La metodología Lean Manufacturing.....	7
Desperdicios Lean.....	9
Antecedentes .....	12
Justificación.....	14
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
CAPÍTULO II.....	15
Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	16
Área de Producción.....	17
Situación actual en el área de Abastecimiento de paros de línea.....	22
Situación en el área de abastecimiento .....	24
Análisis de la Matriz de Asignación de Funciones e Información (MEFI) .....	26
Estudio de tiempo en el proceso de cizallado .....	29
Estudio de tiempo y movimientos en el proceso de plegado .....	30
Situación actual del área de abastecimiento.....	31
Área de estudio.....	33
Modelo Operativo .....	34
Desarrollo del Modelo Operativo .....	35

CAPÍTULO III .....	36
Propuestas y resultados esperados .....	36
Implementación de cambios.....	37
Aplicación de la Metodología Single-Minute Exchange of Die (SMED) .....	37
Oportunidades de mejora .....	39
Mordazas tipo L .....	44
Ubicación del herramental .....	44
Cursograma analítico de procesos implantando SMED .....	45
Estandarización de proceso de cizallado y plegado mediante hojas de procesos .....	46
Cronograma de actividades.....	52
Análisis de costos.....	53
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	55
Conclusiones .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diagrama de flujo de proceso de cizallado sedemi .....	20
Tabla 2 Diagrama de flujo de proceso de plegado sedemi .....	21
Tabla 3 Paros de línea abastecimiento 1 SEMESTRE 2023 .....	23
Tabla 4 Matriz FODA – SEDEMI .....	27
Tabla 5 Matriz Mefi .....	29
Tabla 6 Cursograma analítico del proceso de cizallado .....	31
Tabla 7 Cursograma analítico del proceso de plegado .....	32
Tabla 8 Área de estudio .....	35
Tabla 9 Análisis de reparación .....	41
Tabla 10 Desarrollo de oportunidad de mejora .....	41
Tabla 11 Cursograma analítico del proceso propuesto .....	45
Tabla 12 Plan de Control del proceso de Cizallado .....	49
Tabla 13 Plan de Control del proceso de plegado .....	51
Tabla 14 Cronograma de actividades a implementar .....	52
Tabla 15 Costos de presentación del proyecto .....	53
Tabla 16 Costos de materiales y herramientas .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Análisis del Mercado Regional .....	2
Figura 2 Participación porcentual de industrias de hierro y acero en Ecuador .....	3
Figura 3 Producción acumulada del 2022 en pintura, galvanizado y fabricación metálica .....	4
Figura 4 Trayectoria de la em presa .....	4
Figura 5 Montaje de una estructura. ....	5
Figura 6 Partes que conforman las estructuras metálicas y sus montajes. ....	7
Figura 7 Pasos a seguir para aplicar Lean Manufacturing.....	10
Figura 8 Desperdicios o mudas. ....	12
Figura 9 Estructura Organizacional de la empresa Sedemi .....	17
Figura 10 Distribución de las áreas de trabajo en la empresa metalmecánica .....	19
Figura 11 Porcentajes de máquinas con incidencia en paros de línea .....	24
Figura 12 Paros de línea de abastecimiento.....	25
Figura 13 Acomodamiento del material dentro de las instalaciones de la empresa .....	33
Figura 14 Modelo Operativo Esquemático .....	36
Figura 15 Mesas hidráulicas .....	42
Figura 16 Mesas hidráulicas – Prototipos .....	43
Figura 17 Mordazas tipo L (modelado) .....	44
Figura 18 Llave Racha neumática .....	44
Figura 20 Hoja de proceso del Cizallado.....	48
Figura 21 Hoja de proceso de plegado .....	50

# UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

## FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

### CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA:** MEJORA DEL PROCESO EN EL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA

**AUTOR:** Paucar Llumiquinga Diego Patricio

**TUTORA:** MSc. Álvarez Sánchez Ana

### RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación se lleva a cabo en una empresa del sector metalmeccánico, específicamente en el departamento de abastecimiento. El objetivo principal es mejorar la eficiencia y flexibilidad en la producción mediante la implementación de las herramientas SMED (Single Minute Exchange of Die), las cuales se centran en reducir los tiempos de inactividad y facilitar cambios rápidos entre lotes de producción, en línea con los principios del Lean Manufacturing. La aplicación de SMED implica un análisis minucioso de los procesos de cambio de configuración actuales y el desarrollo de procedimientos estandarizados para optimizar estas transiciones, con el fin de disminuir el tiempo de operación en el proceso. Durante este proceso se identificaron varios problemas, como demoras en el montaje de matrices, movimientos innecesarios y la falta de instrucciones de trabajo y control, lo que resultó en paros de línea en las áreas de armado. Específicamente, se observó que la plegadora y la cizalla presentaban los mayores índices de paro de línea. Para abordar estas dificultades de manera iterativa, se aplicaron las herramientas mencionadas anteriormente con el objetivo de mejorar continuamente el proceso. Se espera lograr una reducción del tiempo de operación de 120 minutos a 98 minutos en la plegadora. Se desarrollaron instrucciones de operación y hojas de proceso para estandarizar los procesos de cizallado y plegado, lo que resultó en una disminución de movimientos innecesarios y una mejor organización de las áreas de trabajo. Se estima que una inversión planificada de \$2992,03 contribuirá a reducir los retrasos y aumentar la productividad en la empresa.

Descriptores: Estandarización, Lean manufacturing, Montajes de las matrices, Procesos de abastecimiento.

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

Faculty of Engineering, Industry and Production

Industrial Engineering

**AUTHOR:** PAUCAR LLUMIQUINGA DIEGO PATRICIO

**TUTOR:** ALVAREZ SANCHEZ ANA

## ABSTRACT

### PROCESS IMPROVEMENT IN THE PROCUREMENT AREA OF A METALMECHANICAL COMPANY

The present study is conducted within the procurement department of a metalworking company, with a primary focus on reducing lead times through the application of SMED tools, acronym for "Single-Minute Exchange of Die." This methodology enhances efficiency and flexibility in production by minimizing downtime and facilitating quicker transitions between production batches, aligning with the core principles of Lean Manufacturing. Implementing SMED entails a meticulous analysis of current configuration change processes and the formulation of standardized procedures to optimize these transitions, ultimately aiming to reduce operational time within the process. Analytical diagrams and similar tools are utilized to assess the time required by operators to execute productive tasks within the organization, revealing several issues such as delays in die assemblies, unnecessary movements, and a lack of work instructions and control. These issues result in line stoppages in the assembly areas, particularly affecting the folder and shear machines, which exhibit the highest rates of line stoppage. Addressing these challenges involves an iterative improvement approach, utilizing the aforementioned tools to continually enhance the process. The objective is to achieve a reduction in operation time from 120 minutes to 98 minutes specifically on the folder machine. This improvement effort includes the development of operation instructions and process sheets to standardize the shearing and folding processes, thereby reducing excessive movements and enhancing the overall organization of work areas. This implies a reduction in delays and increased productivity with a projected investment of \$2992.03 USD.

**KEYWORDS:** Standardization, Lean Manufacturing, Die Setups, Supply.



## **CAPÍTULO I**

### **Introducción**

En una empresa metalmecánica, específicamente en SEDEMI aumentado los niveles de producción. El motivo principal para llevar a cabo esta investigación es el crecimiento de la empresa y la existencia de un trabajo de producción inadecuado en dicha área. Para lograr esto, se plantea la necesidad de desarrollar un plan estratégico que permita potenciar la producción de la empresa y reducir los paros de línea. Además, se busca encontrar los cuellos de botella que están obstaculizando el flujo de trabajo y disminuir el tiempo necesario para el abastecimiento de material al área de armado. El incremento de la producción en el área de abastecimiento es fundamental para garantizar un flujo eficiente y continuo de materiales y suministros necesarios para la fabricación de productos. Una mejora en este aspecto aumentaría la eficiencia general de la empresa, así como en su capacidad para cumplir con los plazos establecidos y satisfacer las demandas del mercado. La implementación de este plan estratégico requerirá un enfoque integral y colaborativo, involucrando a todos los departamentos y niveles de la empresa. Además, se establecerán indicadores claves de rendimiento (KPI) para monitorear y evaluar el progreso realizado.

Debido a su diversidad y complejidad, el acero es ampliamente empleado en diversos sectores, siendo un componente esencial en todos ellos. El aumento en su consumo se debe a su versatilidad y a la variedad de usos que tiene en la fabricación de distintos productos. En particular, la demanda por parte de empresas constructoras se centra en aleaciones, las cuales son utilizadas para revestir paredes y tejados. Gracias a su excepcional resistencia y versatilidad, la industria del acero sigue expandiéndose globalmente a largo plazo. (EMR, 2023).

China, ubicada en la región de Asia y el Pacífico, es la economía que ocupa el segundo puesto en tamaño a nivel mundial. y se espera que experimente un crecimiento significativo hasta finales de 2028, impulsado principalmente por la evolución de las industrias automotriz y de infraestructura. Dentro de Asia Pacífico, la región representa la mayor parte de los ingresos y muestra un crecimiento significativo que impulsa la demanda de acero durante el período previsto. Además, el crecimiento económico de la región sigue al de América del Norte, especialmente Canadá, y se espera que mantenga un crecimiento constante a largo plazo.

(EMR, 2023).

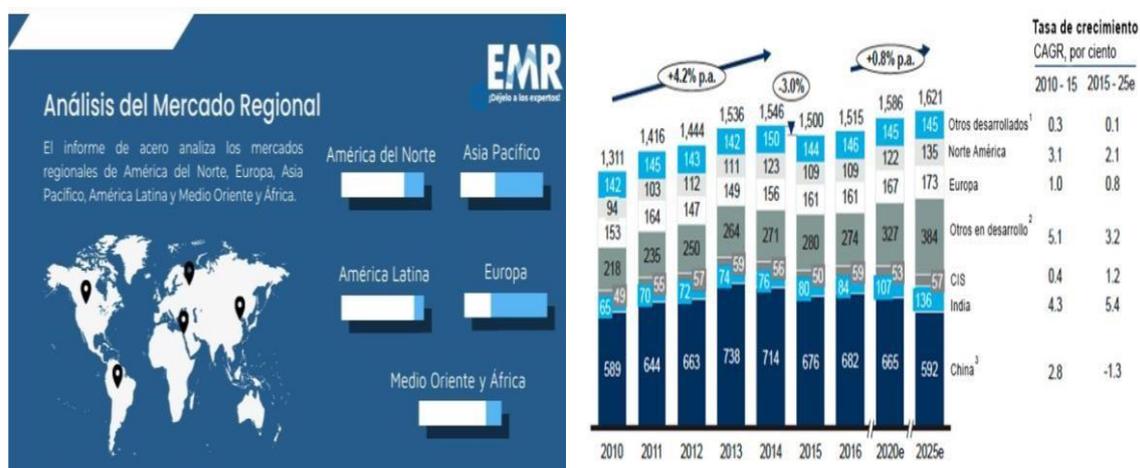


Figura 1. Análisis del Mercado Regional.

Nota. En 2022, el mercado del acero registró un valor cercano a 1,269 billones de dólares estadounidenses y se prevé que durante el período de pronóstico de 2023-2028 experimente un crecimiento anual compuesto (CAGR) del 4%, llegando a alcanzar casi 1,61 billones de dólares estadounidenses en 2028.

Las estructuras metálicas en Ecuador, se puede observar una industria en constante crecimiento y desarrollo. Una de las principales razones por las cuales las estructuras metálicas son tan populares en Ecuador es su versatilidad y resistencia. Los metales utilizados en estas estructuras, como el acero, ofrecen una gran capacidad de carga y resistencia a diferentes condiciones climáticas y ambientales. Esto las convierte en una opción ideal para proyectos de construcción que requieren una solución duradera y confiable. En el ámbito de la construcción de edificios, las estructuras metálicas son

ampliamente utilizadas debido a su capacidad para soportar grandes cargas y su flexibilidad en términos de diseño. Además, la velocidad de construcción es mayor en comparación con otros materiales. En cuanto a los puentes, las estructuras metálicas ofrecen una solución eficiente y económica. La capacidad de los metales para soportar grandes cargas permite la construcción de puentes largos y seguros. Además, la posibilidad de prefabricar las partes del puente en talleres especializados agiliza el proceso constructivo. (EHHESA, 2023).

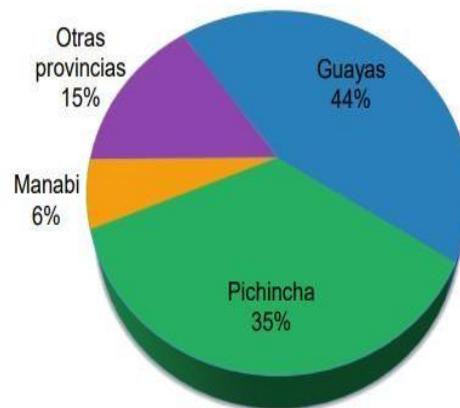


Figura 2. Participación porcentual de industrias de hierro y acero en Ecuador.

Nota. En el Ecuador hubo un crecimiento sustancial en dos provincias, en Guayas ocupa un 44% y en Pichincha con el 35% del consumo de acero.

SEDEMI cuenta con alrededor de 200 clientes principales, para los cuales ha completado importantes proyectos en varias provincias del país. Además del complejo industrial en Quito, la empresa cuenta con almacenes y oficinas comerciales en Guayaquil, así como una oficina comercial en Lima. Su participación destacada en la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito lo convierte en uno de sus proyectos emblemáticos. Además, ha contribuido en más de 5.000 proyectos urbanos, industriales, mineros, energéticos, petroleros, de gas y telecomunicaciones. La empresa también tiene como un reto importante la sostenibilidad, promoviendo el uso del acero como material principal en el desarrollo de proyectos debido a su amigabilidad con el medio ambiente, su capacidad de reciclaje y su producción con reducción de emisiones de carbono y desperdicios. Para el segundo semestre de 2023, SEDEMI tiene previsto establecer una nueva unidad especializada en energías renovables y espera un crecimiento del 10% respecto al año 2022. Para respaldar la calidad de sus productos y servicios, la empresa cuenta con certificaciones como ASME, INEN, NEMA, ISO 9001:2015 y UL, que garantizan sus procesos y permiten ofrecer un estándar superior de calidad. (SEDEMI, 2022).

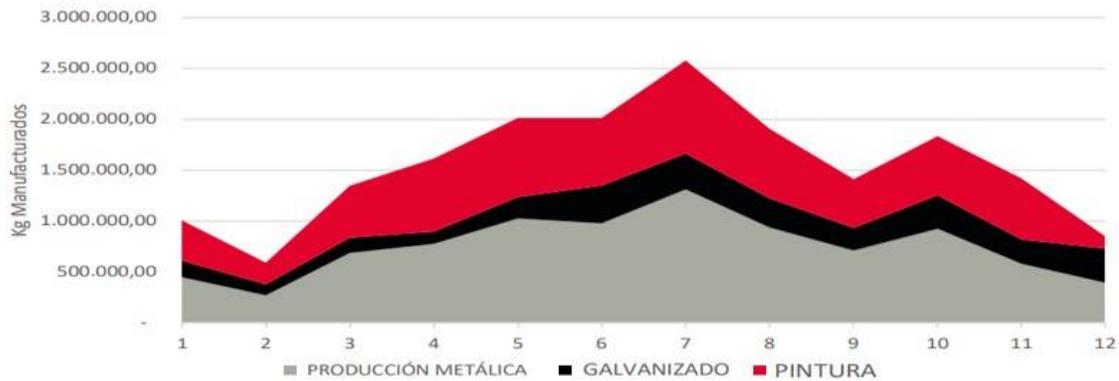


Figura 3. Resultados de producción combinada en pintura, galvanizado y manufactura de metales durante el año 2022.



Figura 4. Historial de la empresa..

Nota. Durante 47 años, SEDEMI ha disfrutado de un historial exitoso en el mercado de Ecuador. Desde su establecimiento en 1977, ha sido un destacado líder en la industria de la construcción, conocido por su excelencia y dedicación en la realización de proyectos significativos.

## Marco Teórico

### Estructuras Metálicas

También conocidas como estructuras de acero, son sistemas constructivos que utilizan elementos de acero para soportar cargas y resistir fuerzas externas. Estas estructuras se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde edificios comerciales y residenciales hasta puentes y torres de transmisión.

El acero es un material ampliamente utilizado en la construcción debido a sus propiedades mecánicas superiores. Es resistente, duradero y tiene una alta relación resistencia-peso en comparación con otros materiales de construcción.



*Figura 5. Montaje de una estructura.*  
*Nota. Montaje de estructuras.*

### **Elementos de las estructuras metálicas**

Las estructuras metálicas se componen de varios elementos principales, incluyendo vigas, columnas, placas base y conexiones. Las vigas son elementos horizontales que soportan cargas verticales y transmiten estas cargas a las columnas.

Las columnas son elementos verticales que soportan cargas verticales y transmiten estas cargas al suelo o a los cimientos. Las placas base son placas de acero que se utilizan para fijar las columnas al suelo o a los cimientos. Las conexiones son elementos que unen las vigas y las columnas, permitiendo la transferencia de cargas entre ellas.

Existen diferentes tipos de estructuras metálicas, dependiendo de la forma en que se dispongan los elementos. Algunos ejemplos comunes incluyen las estructuras de marco rígido, las estructuras reticuladas y las estructuras espaciales. Las estructuras de marco rígido consisten en vigas y columnas conectadas rígidamente entre sí, formando un

sistema estable. Las estructuras reticuladas están compuestas por elementos lineales dispuestos en forma de red, lo que les confiere una alta resistencia y rigidez.

Las estructuras metálicas ofrecen numerosas ventajas en comparación con otros sistemas constructivos. Son altamente resistentes al fuego, lo que las hace adecuadas para aplicaciones donde se requiere una mayor protección contra incendios. Además, las estructuras metálicas son más ligeras que las estructuras de hormigón, lo que reduce.

En cuanto a la sostenibilidad, las estructuras metálicas son reciclables al final de su vida útil, lo que contribuye a la reducción de residuos y al uso eficiente de los recursos naturales. Además, el acero utilizado en las estructuras metálicas puede contener un alto porcentaje de material reciclado, lo que reduce aún más su impacto ambiental.

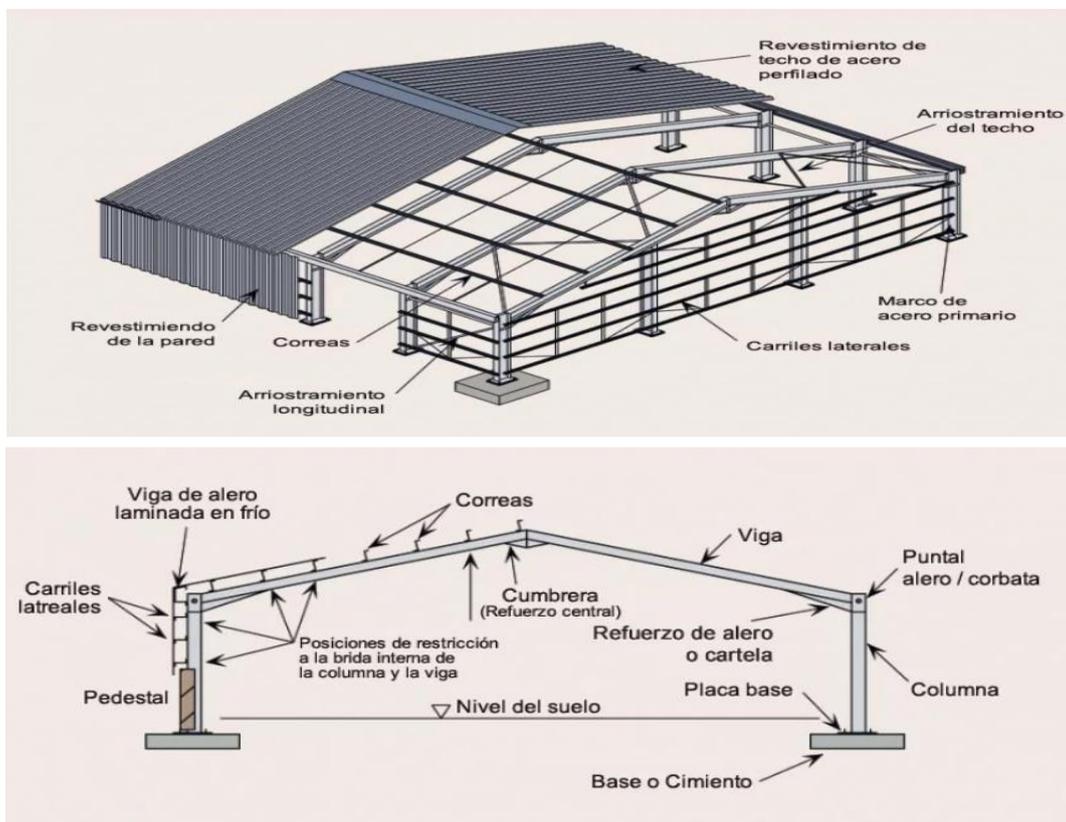


Figura 6. Partes que conforman las estructuras metálicas y sus montajes.

*Nota.* El diseño temprano es crucial para completar los procesos de construcción de manera segura, rápida y económica. Los diseñadores deben comprender el impacto de sus decisiones en la “edificabilidad”

### **La metodología Lean Manufacturing**

La metodología de Manufactura Esbelta es un método sistemático que busca eliminar el desperdicio y aumentar la eficiencia en los procesos de fabricación, y tiene sus raíces en el Sistema de Producción Toyota.

(TPS) y desde ese momento, ha sido ampliamente adoptado por diversas industrias en todo el mundo. El principio básico de la metodología Lean es maximizar el valor para el cliente minimizando el desperdicio. El desperdicio, en este contexto, se refiere a cualquier actividad o proceso que no agrega valor al producto o servicio final.

Al reconocer y eliminar el desperdicio, las empresas pueden mejorar la eficiencia de sus operaciones, disminuir gastos y aumentar la productividad en general.

Hay cinco principios clave que forman la base de la metodología Lean:

- 1.** Valor: el primer paso en la metodología Lean es comprender lo que los clientes perciben como valioso. Esto requiere que las organizaciones tengan un conocimiento profundo de las necesidades y preferencias de los clientes. Al centrarse en ofrecer valor, las organizaciones pueden alinear sus procesos y recursos en consecuencia.
- 2.** Flujo de valor: una vez identificado el valor, el siguiente paso es trazar todo el flujo de valor. Esto implica identificar todos los pasos y actividades involucradas en la transformación de materias primas en productos o servicios terminados.
- 3.** Flujo: El tercer principio de la metodología Lean es crear un flujo fluido de trabajo a través del flujo de valor. Esto significa eliminar cuellos de botella, reducir los

tiempos de ciclo y garantizar que el trabajo avance sin problemas de un paso a otro. Al optimizar el flujo, las organizaciones pueden minimizar los retrasos y mejorar la eficiencia general.

4. Pull: En la metodología Lean Esto significa que las organizaciones deben esforzarse por producir sólo lo que se necesita cuando se necesita.
5. Mejora Continua: El principio final de la metodología Lean es la mejora continua, también conocida como Kaizen. Esto implica buscar constantemente formas de mejorar los procesos, eliminar el desperdicio y mejorar el rendimiento general. Al fomentar una cultura de mejora continua, las organizaciones pueden mantener el éxito a largo plazo.

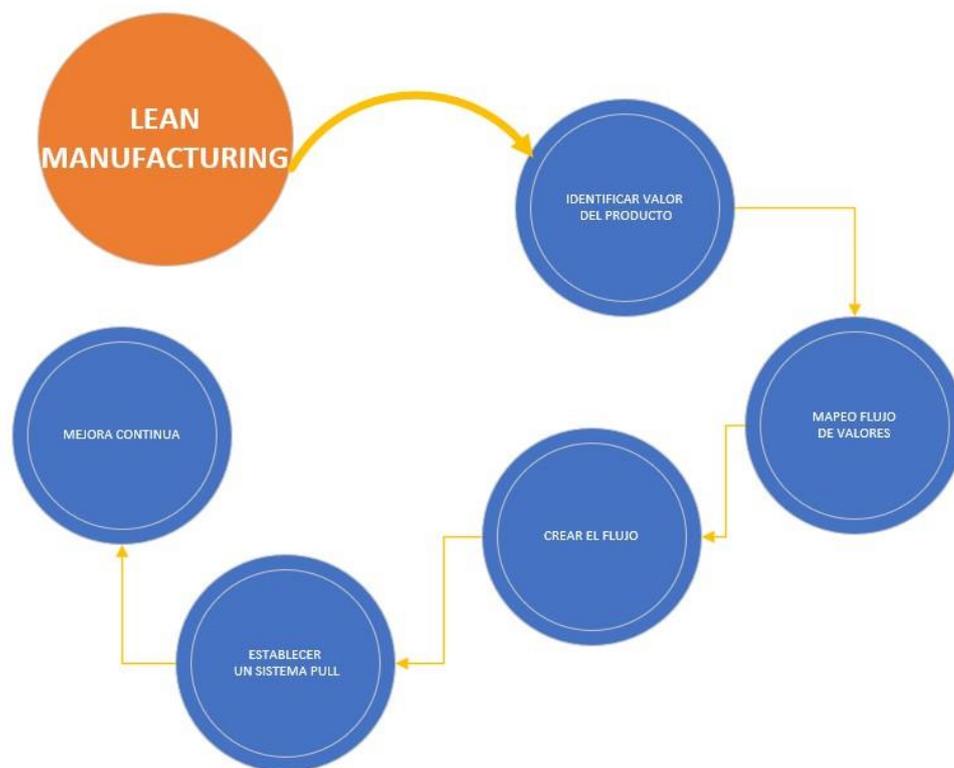
Para implementar la metodología Lean, las organizaciones suelen utilizar una variedad de herramientas y técnicas. Algunas de las herramientas más utilizadas incluyen:

Mapeo del flujo de valor: esta herramienta ayuda a las organizaciones a visualizar todo el flujo de valor e identificar áreas de desperdicio. Proporciona una imagen clara de cómo se crea valor y destaca las oportunidades de mejora.

1. 5S: Este método se enfoca en la organización del entorno laboral con el objetivo de mejorar la eficiencia y la productividad. Las 5S comprenden clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener.
2. Kanban: Kanban es un sistema de programación visual que ayuda a las organizaciones a gestionar los niveles de inventario y controlar el flujo de producción.
3. Justo a tiempo (JIT): JIT es una estrategia de producción que tiene como objetivo producir artículos en el momento exacto en que se necesitan en el proceso de producción. Al minimizar los niveles de inventario y reducir los tiempos de entrega, las organizaciones pueden mejorar la eficiencia y reducir el desperdicio.

4. Poka-Yoke: Poka-Yoke se refiere a técnicas de detección de errores que evitan que ocurran errores o los detectan antes de que causen defectos. Esto ayuda a las organizaciones a mejorar la calidad y reducir el retrabajo o el desperdicio.

La metodología Lean se ha adoptado ampliamente en diversas industrias, incluidas la manufactura, la atención médica, el desarrollo de software y los sectores de servicios. Sus principios y herramientas han demostrado ser eficaces para mejorar la eficiencia, reducir el desperdicio y mejorar la satisfacción del cliente.



*Figura 7. Pasos a seguir para aplicar Lean Manufacturing.*  
*Nota.* La metodología ofrece flexibilidad.

### **Desperdicios Lean**

Desperdicios Lean, también conocido como Lean Waste, se refiere a cualquier actividad o proceso que no agrega valor a un producto o servicio desde la perspectiva del cliente.

Es un concepto derivado de los principios de Lean Manufacturing, que tienen como objetivo eliminar el desperdicio y mejorar la eficiencia en los procesos productivos. Los residuos Lean se pueden clasificar en ocho tipos diferentes, a menudo denominados los “8 residuos de Lean”.

1. **Sobreproducción:** Generar una cantidad excesiva de productos antes de que sea necesario, lo cual resulta en un excedente de inventario y un incremento en los costos.
2. **Espera:** Períodos de inactividad derivados de demoras en el proceso de producción, como la espera de materiales, equipos o instrucciones, así como paradas no planificadas o innecesarias.
3. **Transporte:** El traslado innecesario de materiales o productos entre distintos lugares, lo que ocasiona un aumento en los costos de manipulación y la posibilidad de daños.
4. **Movimiento:** Cualquier desplazamiento superfluo de personas o equipos dentro del proceso de producción, que resulte en ineficiencias y potenciales riesgos para la seguridad.
5. **Inventario:** Exceso de existencias o inventario que no se requiere inmediatamente para la producción, lo que inmoviliza capital y aumenta los costos de almacenamiento.
6. **Sobre procesamiento:** realizar más trabajo del necesario o utilizar más recursos de los necesarios
7. **Defectos:** Cualquier error o defecto en el proceso de producción que resulte en retrabajo, desperdicio o insatisfacción del cliente así generando una pérdida.
8. **Subutilización de habilidades:** no utilizar todo el potencial de las habilidades y conocimientos de los empleados, lo que genera ineficiencias y oportunidades de mejora perdidas.

Al identificar y eliminar estos desperdicios, las organizaciones pueden optimizar sus procesos, reducir costos, mejorar la calidad y mejorar la satisfacción del cliente. La implementación de principios y prácticas Lean puede ayudar a las organizaciones a ser más eficientes y competitivas en el acelerado entorno empresarial actual a continuación.



*Figura 8. Desperdicios o mudas.*

*Nota.* Los despilfarros se entienden como el uso de recursos en la producción de bienes o la prestación de servicios, por encima de lo necesario sin aportar un valor verdaderamente útil al producto o servicio.

Causas de los defectos y repetición de tareas

- Procesos Ineficientes
- Limitaciones en las empresas proveedoras
- Falta de supervisión del proceso
- Dificultades en el control de errores del personal
- Entrenamiento insuficiente
- Herramientas y equipos inadecuados
- Disposición ineficiente de la planta
- Ausencia de una cultura de calidad

Las personas son responsables en un 15% de los problemas y el 85% el proceso es el verdadero problema (Edwar Deming)

## Pasos para eliminar desperdicios

1. Observar el problema
2. Parar la producción
3. Corregir el problema
4. Investigar la causa raíz

## **Antecedentes**

SEDEMI SCC, que significa Sociedad Ecuatoriana de Metalmecánica Industrial, tuvo sus inicios en el año 1990 como un taller metalmecánico ubicado en Sangolquí, específicamente en la zona conocida como “El Choclo”. Hoy la planta que brinda condiciones óptimas para una producción continua que tiene una instalación que ocupa unos impresionantes 20.000 metros cuadrados y tiene una capacidad de producción de 1.000 toneladas al mes.

Las instalaciones de la empresa están equipadas con maquinaria y equipos especializados para diversos procesos de trabajo de metales, por lo cual incluyen limpieza, corte, perforación, doblado, laminado, ensamblaje de vigas y soldadura. El uso de maquinaria avanzada garantiza un procesamiento eficiente del acero y permite entregar productos de alta calidad a sus clientes y ha consolidado como un actor de renombre en la industria metalmecánica en Ecuador.

La empresa actualmente se enfrenta a varios aspectos negativos en su metodología de producción o producción bajo pedido, que afectan su eficiencia y productividad. Hay cuellos de botella que no permiten la fluidez del trabajo y por ese motivo no se entregan a tiempo los pedidos de entrega de material. Esta metodología se basa en la idea de que la producción debe ser planificada y controlada de manera efectiva para minimizar los desperdicios y maximizar la producción. Para aplicar Lean Manufacturing en la empresa:

- Mal aprovechamiento del espacio

- Herramientas desordenadas
- Personal no calificado
- Pérdidas de materia prima
- Reprocesos.

## **Justificación**

Este estudio se considera importante porque reducirá el tiempo requerido para entregar los materiales a la línea de ensamblaje y, por lo tanto, tendrá el efecto de reducir el tiempo total de producción.

Se considera que mejorar el área de entrega en la línea de montaje tiene un gran impacto en la organización, ya que proporciona las herramientas necesarias para reducir elementos innecesarios en el trabajo y eliminar actividades que no crean valor para el cliente, contribuyen al logro del negocio.

Este trabajo de investigación es muy importante para la organización, porque brindará las herramientas necesarias encaminadas a reducir el tiempo en el área de entrega, aumentando así la eficiencia y reduciendo el movimiento de las áreas de trabajo, optimizando los procesos, aumentando la rentabilidad de la empresa, reduciendo el Tiempo de montaje de nuevos productos y herramientas. cambios.

El principal beneficio de esta propuesta será para toda la organización, permitiéndole reducir el tiempo del ciclo de trabajo. Los clientes experimentarán colectivamente tiempos de entrega más cortos, lo que resultará en una mayor satisfacción. Además, aumentará su nivel de competitividad en el mercado.

El estudio de investigación es viable debido al respaldo total y la disposición abierta de la alta gerencia de la empresa para llevarlo a cabo. Además, se dispone de los recursos adecuados, como la metodología Lean Manufacturing, que se enfoca en impulsar la mejora continua.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Mejorar el proceso del área de abastecimiento de una empresa metalmecánica, utilizando Metodologías de Ingeniería Industrial, para reducir el tiempo de ciclo de trabajo en la misma.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar las condiciones actuales del proceso objeto de estudio, mediante la aplicación de la matriz MEFI para identificar las oportunidades de mejora respecto a los tiempos de ciclo.
- Identificar las operaciones, transporte, inspecciones, almacenajes y tiempos de espera que ocurren en el proceso de producción mediante cursogramas analíticos para optimizar los procesos y mantener altos estándares de calidad en el área de abastecimiento.
- Optimizar el área de abastecimiento mediante la Metodología Lean Manufacturing, con la finalidad de reducir los tiempos de proceso y optimizar los montajes de herramientas.

## **CAPÍTULO II**

### **INGENIERIA DE PROCESOS**

## Diagnóstico de la situación actual de la empresa

La organización de la empresa SEDEMI está constituida por un directorio, una presidencia y una subgerencia general. Esta última se divide en tres áreas: Unidades de Negocio, Unidad de Operación y Unidad de Apoyo. El proyecto en cuestión se centra en la Unidad de Operaciones, que a su vez se clasifica en tres subáreas: Producción, Logística y Mantenimiento.

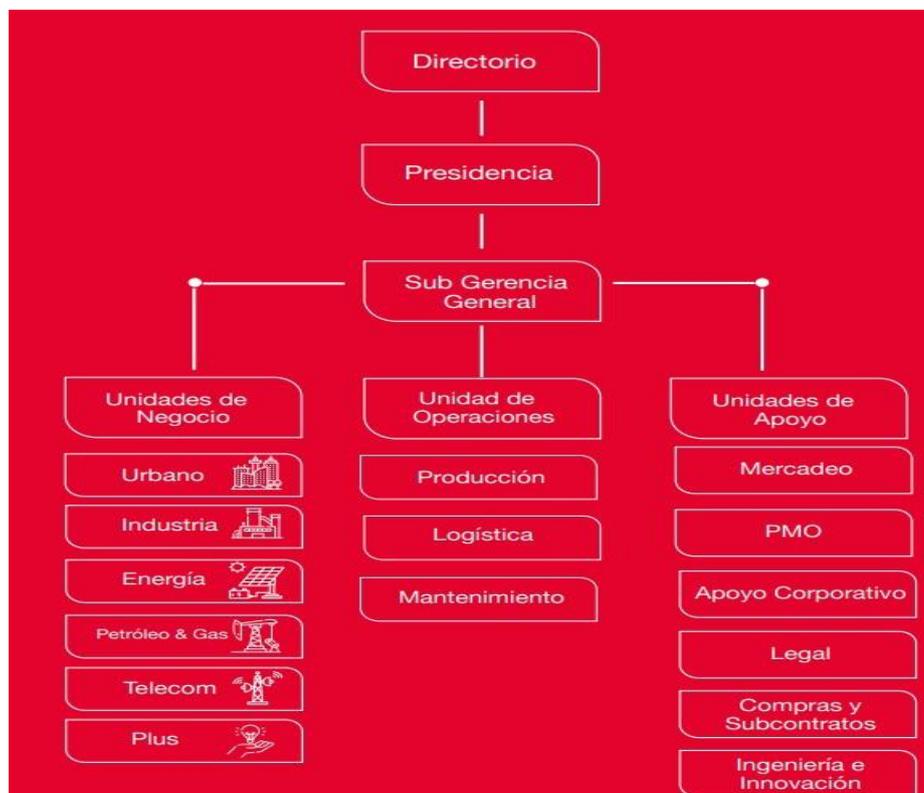


Figura 9. Estructura Organizacional de la empresa Sedemi.

Nota. Proporcionado por el departamento administrativo de la empresa

La Unidad de Operaciones es responsable de llevar a cabo las actividades relacionadas con la producción de bienes o servicios de la empresa. En el caso de SEDEMI, esta área se encarga de coordinar y supervisar los procesos de producción, asegurando que se cumplan los estándares de calidad establecidos y que se alcancen los objetivos de producción. La subárea de Producción se ocupa específicamente del proceso de fabricación o creación del producto final. Esto implica la planificación y programación

de la producción, la gestión de los recursos necesarios (como materiales, maquinaria y mano de obra), el control del flujo de trabajo y la supervisión del cumplimiento de los estándares de calidad. La subárea de Logística se encarga del manejo eficiente y efectivo del flujo de materiales y productos dentro y fuera de la empresa. Esto incluye actividades como el almacenamiento, el transporte, la distribución y el control del inventario. La logística también implica la coordinación con proveedores y clientes para garantizar una cadena de suministro fluida y satisfacer las demandas del mercado. Por último, la subárea de Mantenimiento se dedica al cuidado y mantenimiento adecuado de los activos físicos utilizados en el proceso productivo. Esto implica la planificación y ejecución de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, así como la gestión de los recursos necesarios para llevar a cabo estas tareas. El objetivo principal del mantenimiento es garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y maquinaria, minimizando así los tiempos de inactividad y maximizando la eficiencia operativa.

### **Área de Producción**

El área de producción actualmente se encuentra distribuida en diferentes etapas que incluyen abastecimiento, armado y soldadura, pintura y galvanizado. Cada una de estas etapas desempeña un papel importante en el proceso de fabricación.

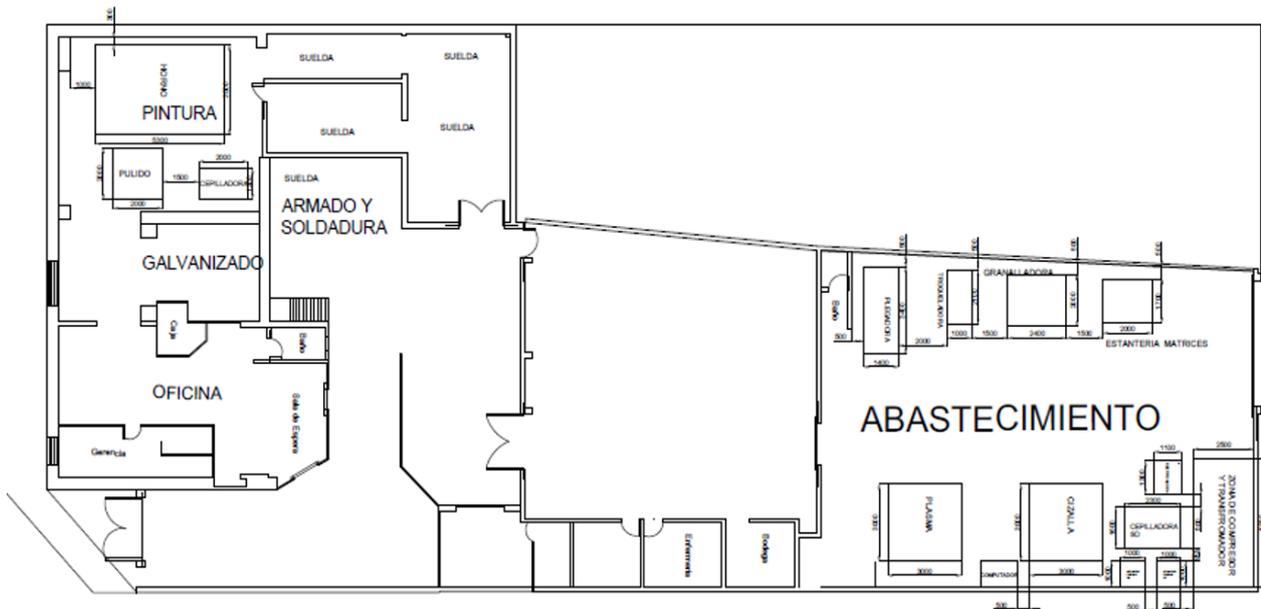
En el área de abastecimiento, se lleva a cabo el corte de material necesario para el proyecto. Esto implica realizar actividades como cizallado, corte plasma, rolado, doblado y plegado según los planos del proyecto a realizar. Una vez que se completa esta etapa, los materiales se envían al área de armado y soldadura para su respectivo proceso.

En el área de armado y soldadura, los materiales cortados se ensamblan y se sueldan para formar la estructura o producto final.

Después del armado y soldadura, el producto puede pasar a la etapa de pintura. Aquí, se aplican diferentes capas de pintura para proteger el material contra la corrosión y mejorar su apariencia estética. La pintura puede realizarse mediante diferentes

métodos, como pulverización o inmersión, dependiendo del tipo de producto y los requisitos específicos.

Finalmente, en algunos casos, el producto puede someterse a un proceso adicional llamado galvanizado. El galvanizado es un método de recubrimiento que implica sumergir el producto en zinc líquido o aplicar una capa de zinc sobre la superficie. Esto proporciona una mayor protección contra la corrosión y puede prolongar la vida útil del producto en entornos adversos.



*Figura 10 Distribución de las áreas de trabajo en la empresa metalmeccánica.*

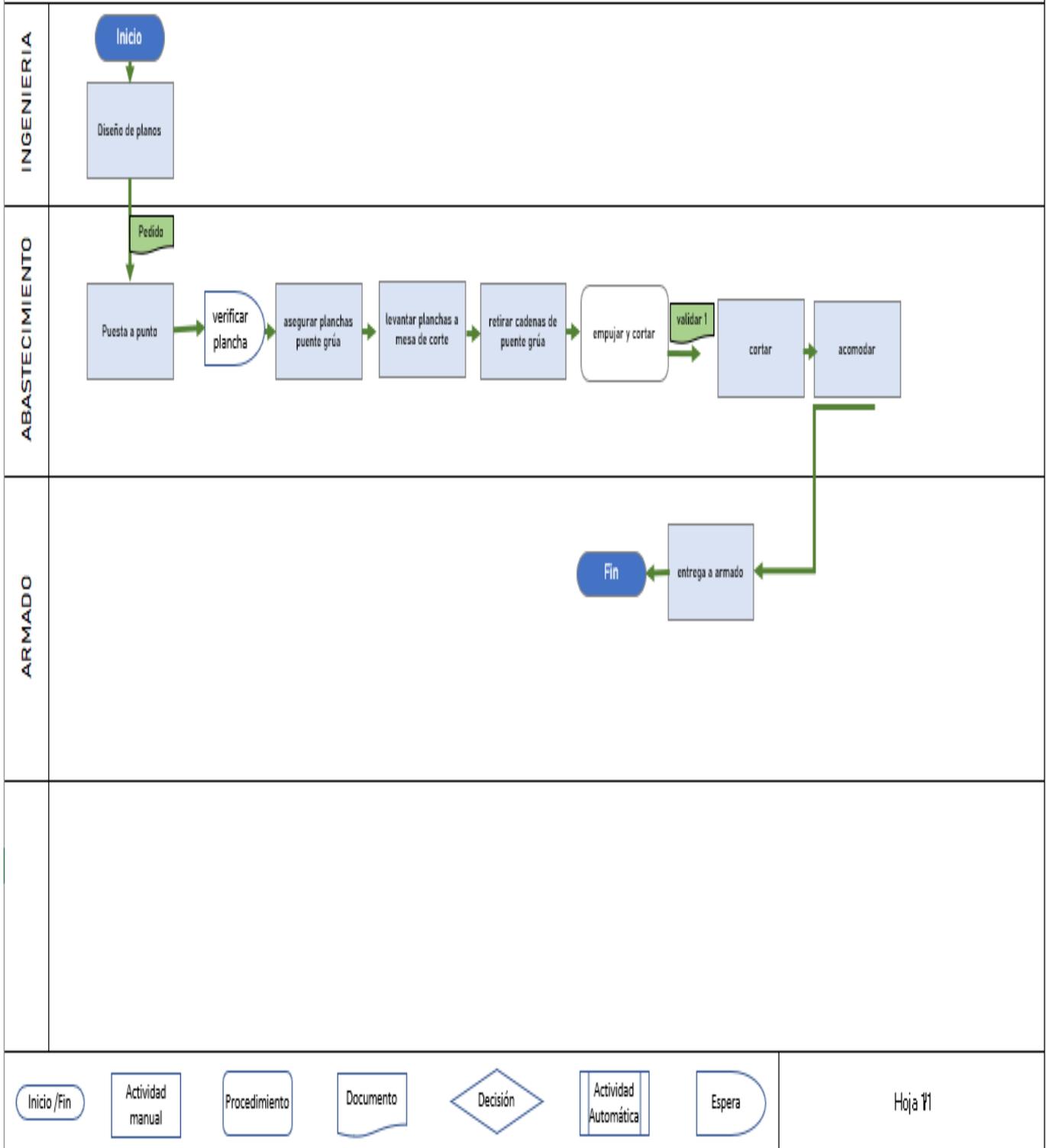


Figura 11. Diagrama de flujo cizallado  
 Nota. trayectoria utilizada para el proceso de cizallado.

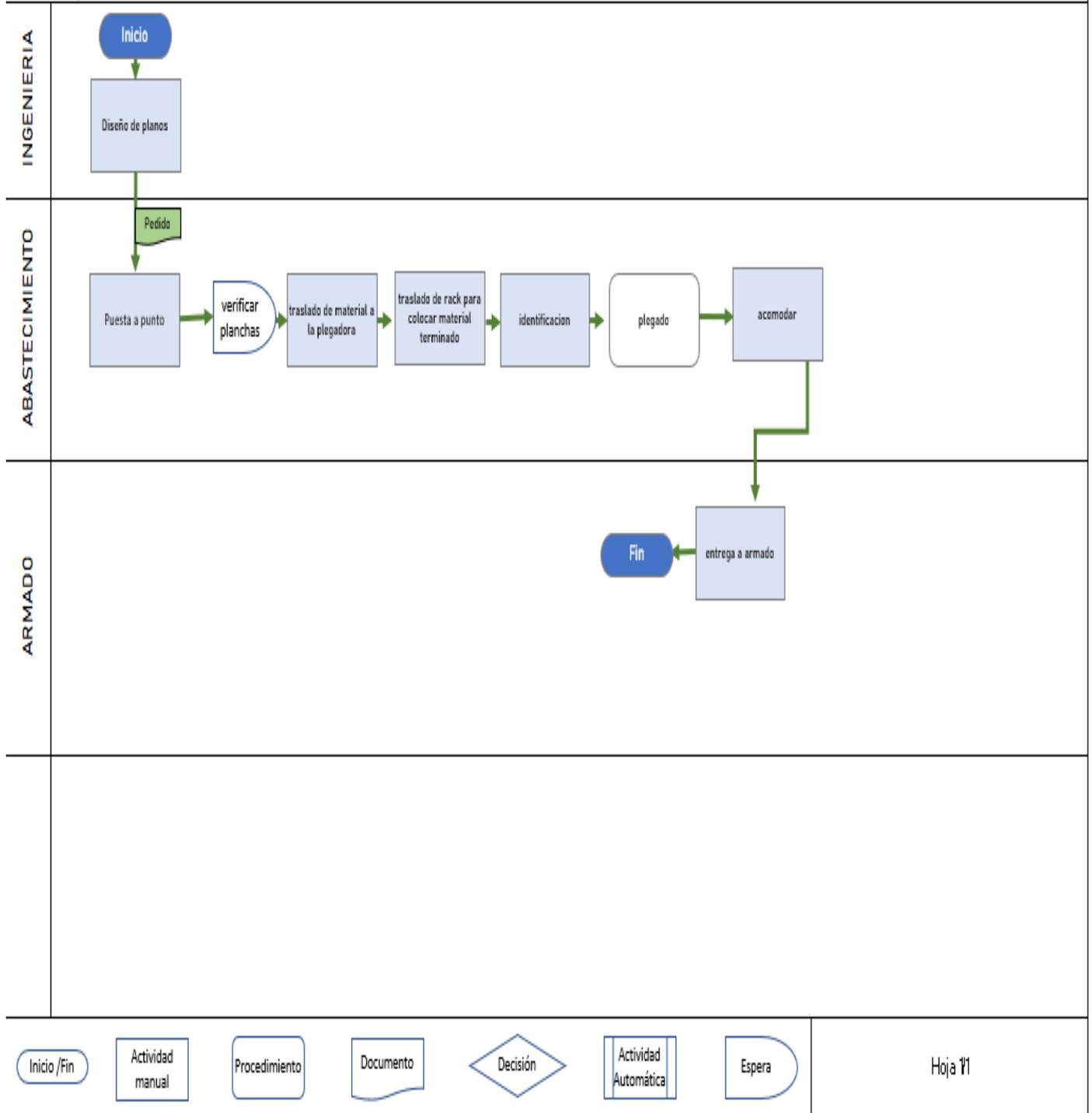


Figura 12 Diagrama de flujo plegado.

Nota. Proporcionado por el departamento administrativo de la compañía

## Descripción del proceso

El proceso de fabricación de vigas se divide en 9 etapas, en las cuales intervienen diferentes las siguientes áreas como la logística, el abastecimiento y armado. Estas etapas están detalladas en un diagrama de flujo que muestra el flujo de trabajo y las interacciones entre los diferentes procesos.

### Recepción de materia prima

La materia prima es recibida en el área de recepción, donde se verifica la calidad y cantidad, espesor de las planchas de acero este proceso que son esenciales para evitar problemas en la cadena de producción y asegurar la excelencia del producto. Pará su posterior procesamiento

### Entrega de materia prima a abastecimiento

Se entrega las planchas de acero dependiendo del espesor solicitado y el grado de acero para el área de abastecimiento para realizar los cortes según la orden de fabricación.

### Corte de material en la cizalla

Se corta las planchas de acero según los planos entregados por ingeniería a las medidas requeridas.

### Doblado de material plegado

Los flejes cortados para los monopolos y ángulos de las vigas se doblan en la plegadora adicionales perfiles en U

### Entrega de material a armado

Una vez cortado las almas, patines, doblado los ángulos, monopolos, los perfiles

U se entrega al área de armado para su posterior proceso

### Biselado de almas

Se procede a biselar las almas en el área de armado para que tenga mejor penetración de juntas

### Soldadura de alma con patines, monopolos y ángulos

Armado de vigas, monopolos y ángulos mediante soldadura MIG

Pulido y limpieza

Una vez armado se procede a pulir y limpiar la escoria ocasionada por la soldadura en el proceso de armado

Entrega a bodega de producto terminado

Una vez terminado el proceso de armado se recepción en el área de producto terminado para tener en almacenaje

Situación actual en el área de Abastecimiento de paros de línea

**Tabla 1**

Paros de línea abastecimiento 1 SEMESTRE 2023.

Equipos	Horas de Enero a Junio
Cizalla	72
Plegadora	40
Montacargas	8
Puente grúa	8
Plasma	8
Rolado	8
Total	144

*Nota.* Los datos se recopilaron en base a los paros de línea experimentados durante el periodo de estudio por el investigador.

En la **tabla 1** nos indica los paros de línea generado en el primer semestre del año 2023 en el cual esta detallado la maquina y las horas de paros generadas en el primer semestre

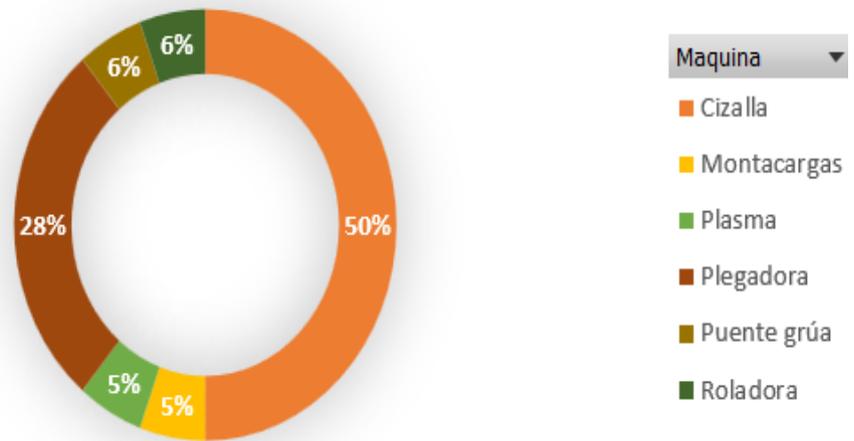


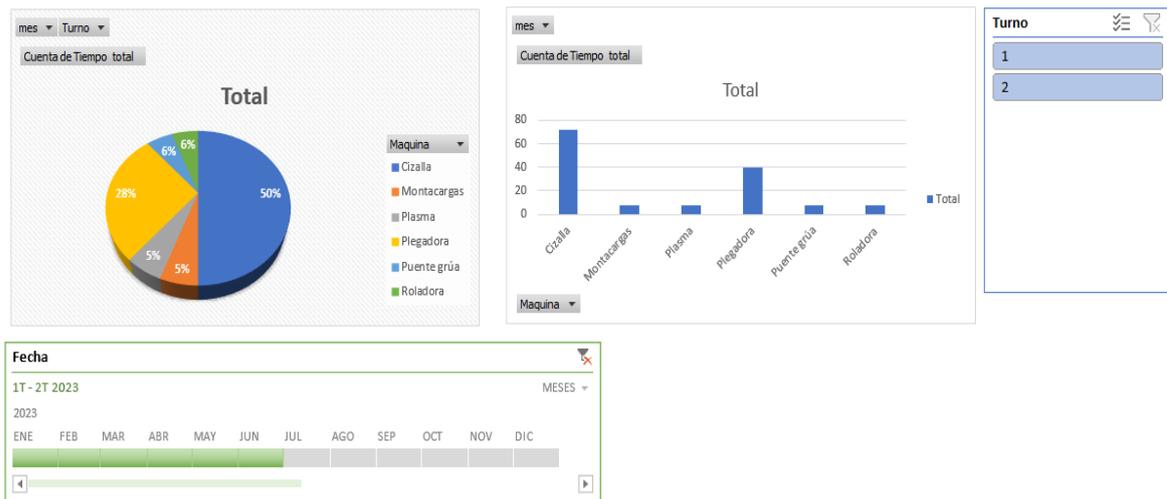
Figura 13. Porcentajes de máquinas con incidencia en paros de línea.

*Nota.* Las fallas pueden surgir debido a diversas razones, tales como diseños deficientes de la maquinaria, errores durante la fabricación, cálculos incorrectos desgaste natural, manejo inadecuado de los equipos o procedimientos de trabajo inapropiados.

En el primer semestre del año 2023 se registra un total de 144 horas de paro en el área de armado las cuales son cargadas al área de abastecimiento en las cuales el 50% corresponde a la cizalla, el 28% a la plegadora el 6% roladora ,y puente grúa, el 5% montacargas y plasma lo que nos da como resultado que nuestros cuellos de botella son la cizalla y la plegadora en las cuales la cizalla tiene una incidencia de paro de línea de 72 horas y la plegadora de 40 horas lo cual genera una perdida a la empresa.

En el primer semestre del año 2023, se registraron un total de 144 horas de paro en el área de armado. Estas horas de paro se cargaron al área de abastecimiento, y se distribuyeron de la siguiente manera: el 50% correspondió a la cizalla, el 28% a la plegadora, el 6% a la roladora y puente grúa, el 5% al montacargas y el 5% restante al plasma.

Estos datos indican que los principales cuellos de botella en el proceso de armado son la cizalla y la plegadora. La cizalla tuvo una incidencia de paro de línea de 72 horas, mientras que la plegadora tuvo una incidencia de paro de línea de 40 horas. Estas interrupciones en la producción generan pérdidas para la empresa.



*Figura. 14 Paros de línea de abastecimiento.*

*Nota.* Datos recopilados de los informes de la empresa, debe considerarse que este tiempo de inactividad genera un incremento de los costes laborales, puesto que estos se mantienen a pesar de la reducción del rendimiento, afectando también la planificación de las actividades de la empresa.

Con base en la **Figura 12**, podemos observar que los índices de incidencia de paradas de línea en el área de abastecimiento indican que, de enero a junio, las cizallas y plegadora son las máquinas con mayor número de paradas de línea generadas durante los dos turnos de producción.

### Situación en el área de abastecimiento

La situación actual de la empresa se ha logrado obtener gracias al levantamiento de información inicial y a la identificación de varios problemas en el área de producción, especialmente en la sección de abastecimiento. Esta sección ha experimentado el mayor número de incidencias y desperdicios, lo que ha llevado a la necesidad de realizar una matriz FODA para evaluar cómo está la empresa.

El levantamiento de información inicial fue un proceso crucial para comprender a fondo los desafíos que enfrenta la empresa. Se llevaron a cabo entrevistas con los

supervisores de diferentes áreas, incluyendo la sección de abastecimiento, para recopilar datos y opiniones sobre los problemas existentes. Estas entrevistas proporcionaron una visión detallada de las dificultades específicas que afectan a la producción y el abastecimiento.

Una vez recopilada toda la información necesaria, se procedió a realizar una matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para evaluar la situación actual de la empresa. Esta herramienta permite identificar y analizar los factores internos y externos que afectan su desempeño.

**Tabla 2.**

Matriz FODA – SEDEMI.

	Fortalezas	Debilidades
Análisis interno	Tecnología de punta. Personal especializado. Infraestructura en crecimiento.	Falta de trabajo Estandarizado Desconocimiento del proceso correcto.
	Maquinaria CNC	Falta de comunicación proyectos producción. Personal nuevo en Abastecimiento.
Análisis externo	Amenazas	Oportunidades
	Inestabilidad económica global. Cambios de regulaciones medioambientales. Competencia internacional intensificada.	Expansión a mercados internacionales con necesidades crecientes a infraestructura. Alianzas con proveedores internacionales para asegurar suministros estables Posicionamiento empresarial en Latino América.

## **Análisis de la Matriz de Asignación de Funciones e Información (MEFI)**

El proceso para desarrollar una MEFI consta de cinco fases, y la distinción se realizará exclusivamente para evaluar las fortalezas y debilidades de la organización, utilizando valores de calificación diferentes. Es esencial elaborar un inventario de las fortalezas y debilidades de la organización para su posterior análisis, que incluya la matriz FODA como una opción para realizar diagnósticos y establecer estrategias de intervención en organizaciones productivas y sociales.

1. Se asigna un valor entre 0.0 (poco importante) y 1.0 (muy importante) como peso para cada factor. Este peso indica la relevancia relativa del factor, y la suma total de todos los pesos debe ser igual a 1.0.
2. Se asigna una puntuación del 1 al 4, en orden de relevancia, donde 1 indica que es poco relevante y 4 indica que es muy relevante.
3. Realizar la multiplicación del peso asignado a cada factor por su respectiva calificación, con el fin de obtener una calificación ponderada para cada factor, ya sea una fortaleza o una debilidad.
4. Agregar las calificaciones ponderadas de cada factor para calcular el puntaje ponderado total de la organización en su totalidad.

**Tabla 3.**  
Matriz MEFI

<b>FACTORES INTERNOS CLAVES DE ÉXITO</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>PROMEDIO</b>
Comunicación débil.	0,06	4	0,24
Falta de trabajo Estandarizado.	0,26	4	1,04
Desconocimiento del proceso correcto.	0,24	4	0,96

<b>FACTORES INTERNOS CLAVES DE ÉXITO</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>PROMEDIO</b>
Falta de comunicación proyectos producción.	0,09	4	0,36
Personal nuevo en Abastecimiento.	0,06	4	0,24
Tecnología de punta.	0,07	3	0,21
Personal especializado.	0,07	3	0,21
Infraestructura en crecimiento.	0,07	4	0,28
Maquinaria CNC.	0,08	4	0,32
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>3,86</b>

En nuestra matriz MEFI, se puede observar que los factores con mayor calificación son la falta de un trabajo estandarizado y el desconocimiento del trabajo correcto, lo que ocasiona paros de línea. Estos problemas son los que se deben atacar.

### **Falta de Trabajo Estandarizado**

La falta de un trabajo estandarizado puede llevar a una serie de problemas en la producción, como la inconsistencia en la calidad del producto, tiempos de ciclo variables y dificultades para capacitar al personal nuevo. Sin estándares claros, los empleados pueden interpretar las tareas de manera diferente, lo que resulta en una falta de uniformidad en el proceso y en el producto final. Esto puede generar paros de línea debido a errores o malentendidos en la ejecución del trabajo.

### **Desconocimiento del Trabajo Correcto**

El desconocimiento del trabajo correcto puede surgir por diversas razones, como la falta de capacitación adecuada, cambios frecuentes en los procedimientos o una comunicación deficiente. Cuando los empleados no conocen el trabajo correcto a realizar, es probable que cometan errores que afecten la eficiencia y calidad del proceso productivo. Estos errores pueden desencadenar paros de línea, ya que se requiere detener la producción para corregir o resolver los problemas causados por el desconocimiento.

### **Impacto en los Paros de Línea**

Los paros de línea son un obstáculo en la productividad y rentabilidad de la empresa. Cada vez que se detiene la línea de producción, se pierde tiempo y recursos, lo que afecta directamente la capacidad de cumplir con los pedidos y satisfacer la demanda

del mercado. Además, los paros de línea pueden generar costos adicionales asociados con el retrabajo, el desperdicio de materiales y el incumplimiento de plazos de entrega.

### **Acciones para Abordar el Problema**

Para abordar estos problemas identificados en la matriz MEFI, es fundamental implementar medidas específicas. Esto puede incluir el desarrollo e implementación de estándares claros para cada tarea, así como programas de capacitación exhaustiva para garantizar que todos los empleados se familiaricen con el trabajo correcto. Asimismo, mejorar la comunicación interna y establecer canales efectivos para compartir información sobre los procedimientos actualizados puede contribuir a reducir el desconocimiento del trabajo correcto.

Además, es crucial establecer sistemas de monitoreo y seguimiento para identificar rápidamente cualquier desviación con respecto a los estándares establecidos. Esto permitirá tomar medidas correctivas antes de que surjan problemas graves que provoquen paros de línea.

### **MATRIZ MEFÉ**

La Matriz MEFÉ se utiliza para identificar posibles amenazas a la seguridad en cada una de estas cuatro áreas y para evaluar los riesgos asociados con esas amenazas. Esto implica analizar la probabilidad y el impacto de cada amenaza, así como las posibles mitigaciones que se pueden implementar para reducir el riesgo.

La matriz también proporciona un marco para desarrollar una estrategia integral de seguridad móvil, que incluye políticas, procedimientos y controles técnicos. Esto puede ayudar a las organizaciones a gestionar mejor los riesgos asociados con los dispositivos móviles y a garantizar que los utilicen de forma segura y responsable.

**Tabla 4.**  
Matriz MEFE

FACTORES EXTERNOS (MEFE)	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PROMEDIO
Inestabilidad económica global.	0.12	4	0.48
Cambios de regulaciones medioambientales.	0.15	3	0.30
Competencia internacional intensificada.	0.13	4	0.52
Riesgos por malas inversiones.	0.12	4	0.48
	Sub Total 0.52	-	1.78
Expansión a mercados internacionales con necesidades crecientes a infraestructura.	0,07	3	0,21
Alianza con proveedores internacionales para asegurar suministros estables.	0,07	3	0,21
Posicionamiento empresarial en Latino América.	0,07	4	0,28
Alianzas estratégicas.	0,08	4	0,32
	Sub total 0.48		1.16
<b>TOTAL</b>	1	-	2.94

**Nota:** Autoría Propia

En nuestra Matriz MEFE se puede observar que los factores con mayor ponderación son la falta de posicionamiento de la empresa en América Latina, alianza con proveedores internacionales y la competencia internacional en lo que se debería trabajar para mejorar la empresa.

### **Estudio de tiempo en el proceso de cizallado**

El estudio de tiempo es una técnica utilizada en la ingeniería industrial para analizar y mejorar los procesos de trabajo. También conocido como estudio de métodos, esta metodología se utiliza para medir y analizar el tiempo que se requiere para realizar una tarea específica, así como los movimientos físicos necesarios para completarla.

El objetivo principal del estudio de tiempo y movimiento es identificar ineficiencias en los procesos de trabajo y encontrar formas de mejorar la productividad y eficiencia. Al analizar detalladamente cada paso del proceso, se pueden identificar

actividades innecesarias, movimientos repetitivos o tareas que consumen mucho tiempo.

Una vez identificadas estas áreas problemáticas, se pueden implementar cambios para optimizar el proceso y reducir el tiempo y esfuerzo requeridos.

**Tabla 6.**

Cursograma analítico del proceso de cizalla

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° 1		De: 1	Diagrama N°: 1	Operar. <input checked="" type="checkbox"/>	Mater. <input type="checkbox"/>	Maqui. <input type="checkbox"/>				
Proceso: Cizalla		RESUMEN								
Fecha:	SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.					
El estudio inicia:	●	Operación	6							
Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: <input type="checkbox"/>	→	Transporte	1							
Producto: Patines	■	Inspección	2							
Nombre del operario:	◐	Espera	0							
Elaborado por:	▼	Almacenaje	2							
Tamaño del Lote: 40 unidades	Total de Actividades realizadas:		11							
	Distancia total en metros		30							
	Tiempo min/hombre		2							
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo	SÍMBOLOS PROCESOS					
					●	→	■	◐	▼	
1	Puesta a punto	1		5.0	●					
2	Verificar planchas	1		6.0						
3	asegurar planchas al puente grua	1		3.0	●					
4	levantar planchas ala mesa de corte	1	12.0	12.0	●	→				
5	retirar cadenas del puente grua	1		4.0	●					
6	empujar y cortar	1		2.0	●					
7	validar primera pieza	1		3.0	●					
8	cortar	1		45.0	●					
9	acomodar	1		12.0	●					
10	colocar en estanteria	1	15.0	12.0						●
11	material sobrante colocar en la chatarra	1	3.0	5.0						●
Tiempo horas:		1.9	m	30.0	111.0	m				

Nota: En este caso, se menciona que se requiere un tiempo de 111 minutos para cotar un lote de 40 unidades de patines en la cizalla. Además, se especifica que durante ese tiempo

se realiza un desplazamiento de 30 metros. También se menciona que el operador necesita ciertos requisitos para poder sacar el producto en ese tiempo.

### Estudio de tiempo y movimientos en el proceso de plegado

**Tabla 7**

Cursograma analítico del proceso de plegado

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° 1 De: 1 Diagrama N°: 1			Operar. <input checked="" type="checkbox"/>		Mater. <input type="checkbox"/>		Maqui. <input type="checkbox"/>		
Proceso: plegado		RESUMEN							
Fecha:		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia:		●	Operación	2					
Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto:		➡	Transporte	2					
Producto: Patines		■	Inspección	2					
Nombre del operario:		◐	Espera	0					
Elaborado por: Diego Paucar		▼	Almacenaje	1					
Tamaño del Lote: 40 unidades		Total de Actividades realizadas			7				
		Distancia total en metros			38				
		Tiempo min/hombre			2				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	➡	■	◐	▼
1	Montaje de matriz.	1	13.0	49.0	●				
2	Verificar material.	1		20.0					
3	Traslado de material a la plegadora.	1	12.0	10.0		➡			
4	Traslado de rack para poner material terminado.	1	5.0	12.0		➡			
5	Identificación.	1		5.0					
6	Plegar.	1		12.0	●				
7	Colocar en estantería.	1	8.0	12.0					▼
Tiempo Hora: 2.0		m	38.0	120.0	m				

Nota: En este caso, se menciona que se requiere un tiempo de 120 minutos para doblar un lote de 40 unidades de patines en la cizalla. Además, se especifica que durante ese tiempo se realiza un desplazamiento de 38 metros. También se menciona que el operador necesita ciertos requisitos para poder sacar el producto en ese tiempo.

### Situación actual del área de abastecimiento



*Figura 15. Acomodamiento del material dentro de las instalaciones de la empresa.*

Actualmente, en el área de cizalla y plegado, no se puede identificar un lugar exacto para el material, lo que ocasiona que se almacene en cualquier lugar, generando un espacio no organizado. Esto puede generar demoras en la realización de actividades y operaciones, ya que el operario debe buscar y organizar el material en cada ocasión. Para mejorar este contexto, se pueden implementar soluciones como:

- Sistema de gestión de inventario: Implementar un sistema de gestión de inventario que permita registrar y localizar fácilmente el material en el área de cizalla y plegado.

- Establecer zonas de almacenamiento: Establecer zonas de almacenamiento específicas para cada tipo de material, para que el operario pueda encontrar y acceder fácilmente al material que necesita.
- Utilizar etiquetas y rótulos: Utilice etiquetas y rótulos para identificar los materiales y su ubicación, para que el operario pueda encontrar fácilmente el material que necesita.
- Implementar un sistema de seguimiento: Implementar un sistema de seguimiento para que el operario pueda rastrear el material en el área de cizalla y plegado, para evitar pérdidas y demoras en la búsqueda del material.

### Área de estudio

En el contexto de una empresa metal mecánica, es fundamental comprender los indicadores que influyen en su desempeño y desarrollo. Estos indicadores pueden abarcar aspectos como la eficiencia operativa, la calidad del producto, la seguridad laboral, el impacto ambiental, entre otros. Al realizar una investigación de tesis en este ámbito, es crucial tener en cuenta los factores específicos que afectan a la empresa en cuestión.

**Tabla 8.**  
Área de estudio

Indicadores	Descripción
Dominio	Tecnología y sociedad
Línea de investigación	Sistemas Industriales
Sub línea de investigación	Procesos Industriales
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Producción

Indicadores	Descripción
Aspectos	Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para el abastecimiento de materiales
Objeto de estudio	Sedemi
Periodo de estudio	enero - junio 2023

### Modelo Operativo

A continuación, se observa un modelo operativo, la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en el área de abastecimiento con el objetivo de lograr la mejora continua y eliminar desperdicios en el proceso.

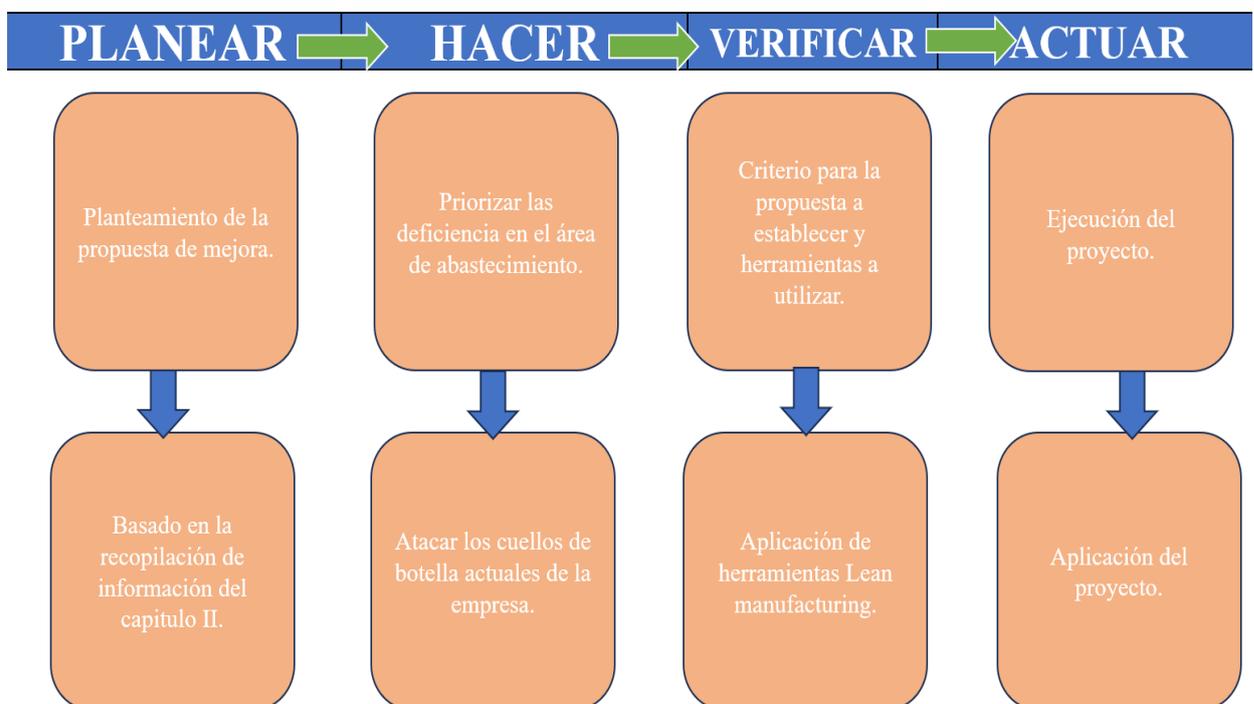


Figura 16. Modelo Operativo Esquemático.

## **Desarrollo del Modelo Operativo**

En la primera etapa se realiza un planteamiento de propuesta de mejora basado en la recopilación de la información del capítulo número dos.

En la segunda etapa, se prioriza las eficiencias en el área de abastecimiento, Se lleva a cabo un análisis detallado de los procesos existentes en la empresa para identificar los puntos clave que provocan desperdicio y demoras en la producción.

En la tercera etapa, Se realiza un criterio para la propuesta a establecer y herramientas a utilizar mediante la aplicación de herramientas como: SMED, ESTANDARIZACIÓN, examinan los patrones de trabajo, los períodos de inactividad, los niveles de inventario y otros elementos importantes para identificar qué procesos necesitan ser mejorados.

Durante la cuarta fase, se lleva a cabo la implementación del proyecto, ejecutando las modificaciones requeridas para mejorar los procesos identificados en la etapa previa. Esto incluye la eliminación de actividades innecesarias o repetitivas, la simplificación de tareas y el incremento de la eficiencia en general.

## CAPÍTULO III

### Propuestas y resultados esperados

Para disminuir las interrupciones en la línea de producción de una empresa metalmeccánica, se implementaron las actividades propuestas en el modelo operativo. El objetivo principal es reducir los residuos y aumentar la eficiencia en los procesos de producción. Para alcanzar este fin, se emplearon varias herramientas, entre las que se incluyó la implementación del Método de Single-Minute

Exchange Of Die (SMED), ESTANDARIZACIÓN

Intercambio de troqueles en un minuto (SMED)

SMED es un enfoque sistemático para reducir el tiempo que lleva completar los cambios o configuraciones de equipos. Al minimizar los tiempos de cambio, las empresas pueden aumentar la flexibilidad, reducir el inventario de trabajo en proceso y responder más rápidamente a las demandas de los clientes.

La estandarización de procesos es crucial para garantizar la coherencia y la calidad en las operaciones comerciales. Al establecer estándares claros y bien definidos, las organizaciones pueden reducir la variabilidad, minimizar los errores y mejorar la eficiencia. Además, la estandarización facilita la capacitación del personal, ya que proporciona pautas claras sobre cómo realizar tareas específicas. También es fundamental para la mejora continua, ya que proporciona una base para medir el desempeño actual y desarrollar iniciativas de mejora.

Herramientas para estandarizar procesos

Existen varias herramientas que las organizaciones pueden utilizar para estandarizar sus procesos, entre ellas:

- **Flujogramas:** Los flujogramas son representaciones visuales que muestran los pasos secuenciales de un proceso, lo que facilita su comprensión y seguimiento.
- **Manuales de Procedimientos:** Estos documentos detallan los pasos específicos a seguir para completar una tarea o actividad particular.
- **Hojas de Procesos:** Las hojas de procesos son formularios o documentos que describen paso a paso cómo llevar a cabo un proceso específico, incluyendo roles y responsabilidades.

## **Implementación de cambios**

### **Aplicación de la Metodología Single-Minute Exchange of Die (SMED)**

Análisis de actividades externas e internas SMED se refiere a la aplicación del método SMED (Single Minute Mold Exchange) para evaluar y mejorar las actividades externas e internas en procesos que cambian rápidamente.

Identificar las actividades que se deben realizar mientras la máquina está detenida (cambios internos) y las que se pueden hacer mientras la máquina está en funcionamiento o apagada pero no en cambio (cambios externos).

**Convertir Cambios Internos en Cambios Externos:**

Modificar el proceso o el diseño de la máquina para que tantas actividades como sea posible se realicen como cambios externos.

**Estandarizar y Simplificar el Proceso:**

Eliminar pasos innecesarios, simplificar los pasos restantes y estandarizar el proceso para hacerlo más eficiente y predecible.

**Introducir Herramientas y Equipos de Cambio Rápido:**

Utilizar herramientas y dispositivos diseñados para facilitar cambios rápidos y eficientes, como cierres rápidos, carros de herramientas preconfigurados y guías de posicionamiento.

**Optimizar las Operaciones Restantes:**

Refinar los cambios internos restantes para que se realicen lo más rápidamente posible.

Capacitación y Empoderamiento del Personal:

Capacitar a los operarios en las nuevas técnicas y procedimientos.

Empoderar a los trabajadores para que identifiquen y sugieran mejoras continuas en el proceso de cambio.

Documentar el Nuevo Proceso: Crear documentación estándar que detalle el nuevo proceso del cambio

Implementar una Rutina de Mejora Continua:

Monitorizar el proceso regularmente y buscar formas de mejorar continuamente los tiempos de cambio

Las operaciones fuera del sitio son actividades realizadas fuera de la planta o actividades como el transporte de materiales, la preparación de herramientas y la limpieza de áreas de trabajo que se llevan a cabo aparte de la operación principal de la máquina pueden ser examinadas y mejoradas utilizando los principios de SMED con el fin de reducir el tiempo requerido para su ejecución. Las operaciones internas, por su parte, se refieren a tareas realizadas en el equipo o máquina principal, como el desmontaje y montaje de piezas, ajuste y calibración. El análisis de las actividades externas e internas del SMED comienza con la identificación de todas las tareas involucradas en el proceso de cambio rápido. Luego, estas tareas se dividen en actividades externas e internas. Una vez identificadas y clasificadas todas las tareas, cada tarea se analiza realizando los siguientes pasos:

1. Observación detallada: Cada paso de una tarea es observado y registrado, incluyendo el tiempo requerido para su finalización.
2. Separación de tareas: Las actividades se fragmentan en componentes que pueden ser ejecutados antes, durante o después del cambio. Esto facilita identificar qué tareas pueden ser realizadas por la máquina mientras está en operación, lo que resulta en una reducción del tiempo total de cambio.

3. Simplificar la tarea: el objetivo es simplificar determinadas tareas, eliminar acciones innecesarias o combinar tareas similares. Esto ayuda a reducir el tiempo requerido.
4. Estandarizar: Definir criterios precisos para cada tarea, detallando los métodos y herramientas empleadas, lo que contribuye a asegurar la uniformidad y la eficacia.
5. Mejora continua. Después de llevar a cabo las modificaciones, el proceso se supervisa y evalúa de forma constante con el fin de detectar posibles áreas de mejora adicionales.

### **Oportunidades de mejora**

#### **Tabla 9.**

*Elaborada por el autor*

Oportunidades	Descripción	Factibilidad
Traslado de herramental	Los herramientas deben estar cerca de la plegadora no lejos por lo que se propone realizar una adecuación del lugar para disminuir el traslado	SI
Orden y limpieza	tener ordenado la mesa de trabajo para así poder realizar el centrado del herramental de forma correcta	SI
Realizar mordazas en L	Con las ayudas de mordazas en L solo se sujetaría al molde de manera neumática disminuyendo el tiempo	SI
Comprar mesas hidráulicas para el traslado de los herramientas	Con la ayuda de mesas hidráulicas solo se necesitaría un operador para el traslado de los herramientas y así disminuiría el tiempo ayudaría a la ergonomía.	SI
Realización de Instructivo de trabajo	Para que el operador conozca del paso a paso controlar los tiempos de operación.	SI

## Mesa Hidráulica

En la empresa se creó un grupo de expertos conformados por: una persona especializada en el área, un trabajador con experiencia y el investigador.

Requisitos para adquirir una mesa elevable de tijera:

Dimensiones y espacio disponible: el espacio donde se colocará la mesa debe estar por un ancho de 700 mm ya que el lugar de maniobra no hay mucho espacio por lo que una mesa

de la medida solicitada garantizará que encaje correctamente y permita su funcionamiento sin problemas.

Capacidad de elevación: la capacidad de peso que puede soportar la mesa elevable de tijera debe ser de 1 tonelada por el peso de las matrices que no sobrepasan ese peso.

Materiales y Calidad: Se debe buscar una mesa elevable de tijera fabricada con materiales duraderos y resistentes que garanticen su longevidad y funcionamiento óptimo.

Mecanismo de elevación: la mesa debe tener un mecanismo robusto y bien diseñado garantizará una experiencia cómoda al ajustar la altura de la mesa.

Ventajas de utilizar una mesa inclinable

Una mesa abatible, también conocida como mesa elevable o mesa tipo araña, es un mueble versátil que puede resultar útil en diversos entornos. Su diseño único permite subir y bajar las matrices, lo que la convierte en una excelente opción para espacios pequeños:

Diseño que ahorra espacio

Una de las ventajas más importantes de utilizar una mesa inclinable es su diseño que ahorra espacio. La mesa se puede bajar y guardar fácilmente cuando no esté en uso, lo que la convierte en una opción ideal.

Fácil de limpiar

Las mesas abatibles suelen ser fáciles de limpiar debido a su diseño sencillo. La superficie plana de la mesa facilita su limpieza y mantenimiento.

## **Tabla 10.**

Características requeridas

CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS				
Dimensiones				
Elevación	Ancho	Largo	capacidad	Seguridad
1 metro	600 a 700 mm	1400 a 1500 mm	1 Tonelada	Bloqueo en ruedas
				Desenso controlado

**Tabla 11.**

Evaluación Proveedores

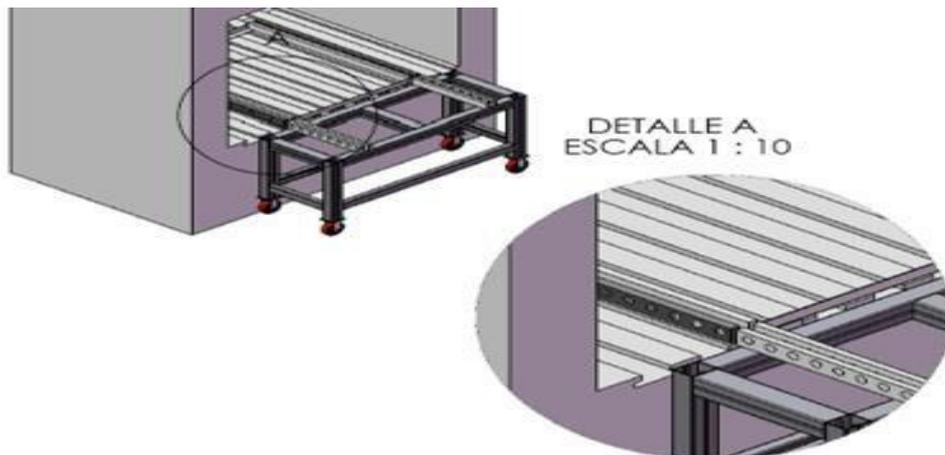
EVALUACIÓN PROVEEDORES					
Cecuamaq					
Elevación	Ancho	Largo	capacidad	Seguridad	precio
1 metro	1000 mm	1470 mm	1 Tonelada	Bloqueo en ruedas	\$ 1,568.00
				Desenso controlado	
Abonir Grupo					
Elevación	Ancho	Largo	capacidad	Seguridad	precio
1 metro	610 mm	1470 mm	1 Tonelada	Bloqueo en ruedas	\$ 1,764.00
				Desenso controlado	

Se tiene las dos proformas y Cecuameq cumple con todos los requerimientos que Sedemi necesita y se da vía libre al departamento de finanzas para la compra de dicha mesa la cual tiene un valor de 1568 dólares americanos.



*Figura17. Mesas hidráulicas.*

Con la ayuda de la mesa hidráulica el operador puede trasladar los herramientas de manera más cómoda, ergonómica con una sola persona así reduciendo los tiempos de traslado del herramental ya que actualmente lo trasladan entre dos personas de manera anti ergonómica.

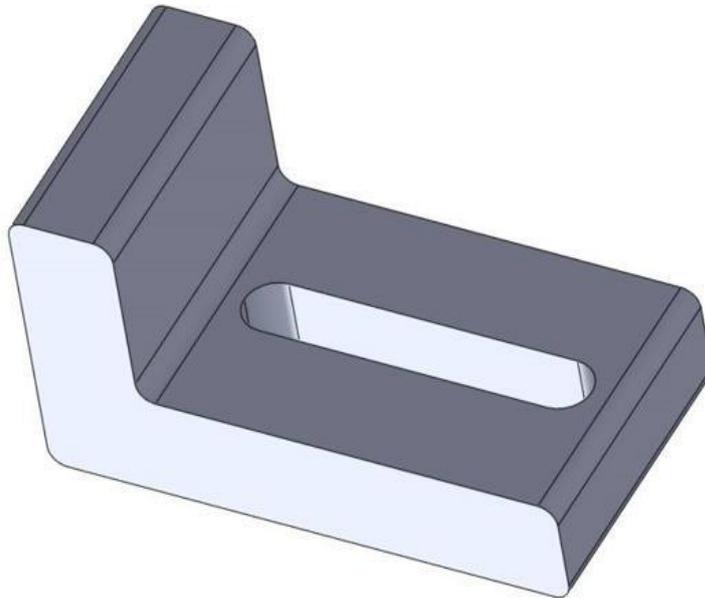


*Figura18. Mesas hidráulicas – Prototipos.*

Con la ayuda de estas mesas hidráulicas el traslado y retiro del herramental que actualmente se demora un tiempo de 12 minutos se disminuiría a 5 minutos y el traslado del herramental de 6 a 3 minutos reduciendo los tiempos de traslado del herramental en los cambios de matriz.

## **Mordazas tipo L**

Con las ayudas de mordazas en L solo se sujetaría al molde de manera neumática disminuyendo el tiempo de ajuste que es de 6 minutos actualmente.



*Figura 19. Mordazas tipo L.*

Con la ayuda de las mordazas tipo L el operador no tendrá que buscar alzas para la sujeción de las mordazas y así nos reduciría a 3 minutos el tiempo de ajuste.

## **Ubicación del herramental**

Una vez implementado las mordazas tipo L se procede a la utilización de rachas neumáticas para reducir los tiempos de ajuste y no realizarlos de manera manual logrando reducir a 9 minutos la ubicación del herramental en la mesa para proceder a realizar la puesta a punto.



Figura 20. Llave Racha neumática .

### Cursograma analítico de procesos implantando SMED

Tabla 12.

Cursograma analítico del proceso propuesto plegado

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____			Operar.	Mater.	Maqui.				
<b>Proceso: plegado</b>		<b>RESUMEN</b>							
<b>Fecha:</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Act.</b>	<b>Pro.</b>	<b>Econ.</b>				
<b>El estudio Inicia:</b>	●	Operación	2	2	0%				
<b>Método: Actual: _____ Pro. opuesto x</b>	→	Transporte	2	2	0%				
<b>Producto:</b>	■	Inspección	2	2	0%				
<b>Nombre del operario:</b>	◐	Espera	0	0	0%				
<b>Elaborado por: Investigador</b>	▼	Almacenaje	1	1	0%				
<b>Tamaño del Lote: 40 unidades</b>	Total de Actividades realizadas		7	7	0%				
	Distancia total en metros		38	38	0%				
	Tiempo min/hombre		2	2	-18%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	◐	▼
1	Montaje de matriz.	1	13.0	27.0	●				
2	Verificar material.	1		20.0					
3	Traslado de material a la plegadora.	1	12.0	10.0		→			
4	Traslado de rack para poner material terminado.	1	5.0	12.0					
5	Identificación.	1		5.0					
6	Plegar.	1		12.0	●				
7	Colocar en estantería.	1	8.0	12.0					▼
Tiempo Hora: 1.6		m	38.0	98.0	m				

Una vez aplicado SMED en el montaje de herramientas en la plegadora se obtiene una reducción de 22 minutos lo que nos da un 18% de tiempo de ahorro en el proceso de plegado lo cual aumenta la productividad del plegado

### **Estandarización de proceso de cizallado y plegado mediante hojas de procesos**

La implementación de un trabajo estandarizado en la cizalla y la plegadora es un proceso crucial en entornos industriales que buscan optimizar la eficiencia y la calidad de sus operaciones. Este proceso implica el uso de hojas de proceso que detallan los parámetros de la máquina, la descripción de la operación y el control de esta.

#### **Hoja de proceso en la cizalla y la plegadora**

La hoja de proceso es un documento que proporciona instrucciones detalladas sobre cómo llevar a cabo una operación específica en una máquina, en este caso, la cizalla y la plegadora. Incluye información sobre los parámetros de la máquina, como la velocidad, la presión, el tamaño del material a procesar, entre otros aspectos técnicos relevantes. Esta hoja sirve como guía para los operadores, asegurando que cada paso se realice de manera consistente y conforme a los estándares establecidos.

#### **Implementación del trabajo estandarizado**

La implementación del trabajo estandarizado implica seguir rigurosamente las instrucciones detalladas en la hoja de proceso. Esto garantiza que las operaciones en la cizalla y la plegadora se realicen de manera uniforme, minimizando errores y maximizando la eficiencia. Además, facilita el control de calidad al establecer un marco claro para evaluar el desempeño y realizar ajustes si es necesario.

#### **Beneficios de la implementación del trabajo estandarizado**

Al implementar un trabajo estandarizado mediante las hojas de proceso en la cizalla y la plegadora, las empresas pueden experimentar una serie de beneficios significativos. Estos incluyen:

- Consistencia: Al seguir procedimientos estandarizados, se logra una mayor consistencia en el producto final, lo que contribuye a una mayor calidad y satisfacción del cliente.
- Eficiencia: La estandarización permite optimizar los procesos al eliminar pasos innecesarios o redundantes, lo que conduce a una mayor eficiencia operativa.
- Control de calidad: Al tener parámetros claramente definidos, es más fácil monitorear y controlar la calidad del producto durante todo el proceso.
- Capacitación simplificada: Las hojas de proceso estandarizadas facilitan la capacitación de nuevos operadores al proporcionarles instrucciones claras y detalladas.

HOJA DE PROCESO		Elaborado por: Diego Pezuelo	RIESGOS DEL PROCESO	MAQUINARIA	HERRAMENTAL	Nº OPERACIÓN:	1
PARTE	CORTE DE PATINES			CIZALLA ADIRA CF-1	N/A		
OPERACIÓN	CIZALLADO						
MATERIALES	LAMINA 1648X943 mm e= 1.5 mm						
PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA MAQUINA							
P	Ver en el plan de control al reverso de la hoja						
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN							
1	Asegurarse que la cizalla este limpia y libre de obstrucciones, realizar una inspeccion visula de la maquina y si es necesario lubricar las cuchillas						
2	Encender la maquina y calibrar con los parametros, según el plan de control revisar reverso de la hoja						
3	Revisar plano y colocar medidas para los cortes						
4	Coger una muestra de material y proceder a las ensayos xde core, verificar con el flexometro las medidas,						
5	Validar primera pieza OK						
6	Corte con antitorsion						
7	Almacenaje de flejes						
8							
CONTROLES DE LA OPERACIÓN							
	Ver en el plan de control al reverso de la hoja						

**CORTE DE PLANCHA 1500x4000 e=3/16"**

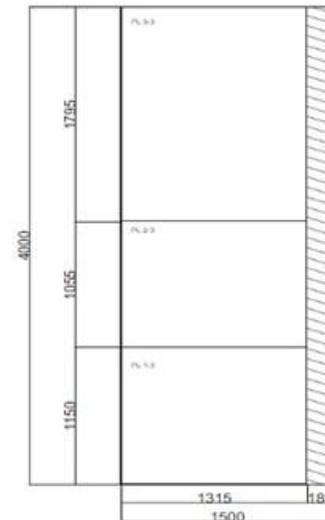


Figura 21. Hoja de proceso del Cizallado.

**Tabla 13**

Plan de Control del proceso de Cizallado

PLAN DE CONTROL													
Parte/Número del proceso	Nombre del Proceso/ Descripción de	Máquina, Dispositivo, Modelo,	Características		Clasificación de Características Especiales	Métodos				Plan de Reacción / Acciones correctivas			
			Producto	Proceso		Producto/ Especificación del Proceso/ Tolerancia	Técnica de Evaluación	Muestra			Método de Control		
								Tamaño	Frecuencia				
15	CIZALLADO	CIZALLA ADIRA CF-1		Parámetros de la Cizalla		Validar los parámetros con la conformidad de la 1ra parte							
						CIZALLA	CF-1	Visual	1	Al inicio de la operación.	Marcar la primera como OK.		- Parar la producción - Ajustar a los parámetros requeridos
						ANCHO	300±2 mm						
						LARGO	705±2 mm						
						ESPESOR	500±2 mm						
						ANTI TORSIÓN							
						VELOCIDAD	15 seg						
			Calidad del Cizallado			Sin rebabas .	Visual	100%	Cada lote.	Marcar la primera, media y última parte como OK RV3-24 Tarjeta Viajera	- Parar la producción - Informar al LET - Reprocesar o desechar al crap		
			Medida del fleje			Altura = 10(±1)mm	flexómetro	2	Primera y última de cada lote.	Marcar la primera, media y última parte como OK	- Parar la producción - Realizar contención - Informar al LET - Reprocesar		

HOJA DE PROCESO		Elaborado por: Diego Paez	RIESGOS DEL PROCESO	MAQUINARIA	HERRAMENTAL	Nº OPERACIÓN:	20
PARTE	DOBLADO MONOPOLOS			PLEGADORA ADIRA CF-3	Matriz de 80		
OPERACIÓN	CIZALLADO						
MATERIALES	LAMINA 6000X300 mm e= 1.5 mm						
PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA MAQUINA							
P	Ver en el plan de control al reverso de la hoja						
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN							
1	Inspeccion visual de la maquina						
2	Encender la maquina y calibrar con los parametros, según el plan de control revisar reverso de la hoja						
3	Trazar con tiza el material						
4	Plegar primera pieza						
5	Validar primera pieza OK segun el plano						
6	Plegar flejes						
7	Almacenaje de monopolos						
8							
CONTROLES DE LA OPERACIÓN							
	Ver en el plan de control al reverso de la hoja						

Figura 22. Hoja de proceso de plegado.

Tabla 13  
Plan de Control del proceso de plegado

PLAN DE CONTROL																
Parte/Número del proceso	Nombre del Proceso/ Descripción de la	Máquina, Dispositivo, Modelo,	Características		Clasificación de Características Especiales	Métodos						Plan de Reacción / Acciones correctivas				
			Producto	Proceso		Producto/ Especificación del Proceso/ Tolerancia		Técnica de Evaluación	Muestra		Método de					
									Tamaño	Frecuencia						
20	Plegado	Plegadora CF-03		Parámetros de la PLEGADORA		Validar los parámetros con la conformidad de la 1ra parte						Visual	1	Al inicio de la operación	Marcar la primera como OK	- Parar la producción - Ajustar a los parámetros requeridos
						PRENSA PARÁMETRO	PLA									
						ASCENSO MAX	300±2 mm									
						DESCENSO MAX	705±2 mm									
						FRENO DESCENSO PRESIÓN	500±2 mm 190 bar									
			Calidad del plegado			Sin fisuras , fracturas,marcas deformaciones						Visual	100%	Cada lote	Marcar la primera, media y cada 10	- Parar la producción - Informar al LET - Reprocesar o desechar al crap
			Matriz de 80			Altura = 10(±1)mm						Calibrador	2	Primera y última de cada lote	Marcar la primera, media y última parte como OK RV3-25 Hoja de inspección	- Parar la producción - Realizar contención - Informar al LET - Reprocesar

## Cronograma de actividades

**Tabla 14.**

Cronograma de actividades a implementar

DIAGRAMA DE GANTT					UNIDAD DE TIEMPO EN SEMANAS																				
IMPLEMENTACIÓN:					Programado		Ejetucado		MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				
Fecha Inicio: MARZO 2024					Fecha Fin: MAYO 2024					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Actividades	Responsable	Ini	Fin	Semanas																				
1	Presentación de la propuesta a la gerencia.	INVESTIGADOR	1	1	1	1																			
					0																				
2	Diseño y construcción de mordazas L.	INVESTIGADOR	2	4	3																				
					0																				
3	Compra de elevador neumático.	FINANZAS	5	6	2																				
					0																				
4	Compra de racha neumática.	FINANZAS	7	7	1																				
					0																				
5	Capacitación al personal.	INVESTIGADOR	9	9	1																				
					0																				
6					0																				
					0																				

El cronograma de actividades se detalla de la siguiente manera para la implementación del proyecto se requiere de 9 semanas para dicha implementación la cual esta detallada de la siguiente manera:

### Presentación al Gerente General

Para la presentación ala Gerente General los recursos a utilizar son una laptop y las personas que intervendrán son: Coordinador de producción, Gerente General y el Investigador con un tiempo de 1 hora.

### Diseño y construcción de mordazas tipo L

Para el diseño y construcción de las mordazas se tiene un tiempo planificado de 3 semanas en las cuales tiene que intervenir el investigador y 1 persona de mantenimiento y finanzas.

### Compra de elevador neumático

Para la compra del elevador neumático se tiene un tiempo planificado de 2 semanas en el cual interviene el departamento de finanzas.

### Compra de racha neumática

Para la compra de rachas neumáticas se tiene planificado a finanzas y un tiempo de 1 semana.

### Capacitación al personal

Para la capacitación al personal se tiene establecido un tiempo de 1 semana y 2 horas diarias por la semana con participación de 12 operadores 1 supervisor y el investigador.

### Análisis de costos

A continuación, se detalla los costos en la implementación de este proyecto y su ejecución.

### Presentación al Gerente General

*Tabla 15*  
*Actividad de costos de presentación del proyecto*

	Tiempo requerido	Recursos	Costo
Presentación del proyecto	1	Gerente general	24
Presentación del proyecto	1	Coordinador	8.02
Presentación del proyecto	1	Investigador	4.01
		Costo total	\$ 36.03

### Diseño y construcción de mordazas tipo L

Para la construcción de las mordazas se tiene establecido un costo de \$ 820.00.

### Compra de racha y elevador

*Tabla 16 Costos de materiales y herramientas*

Costo de Maquinas			
Actividad	Cantidad	Maquina	Costo

Costo de Maquinas			
Compra	1	Elevador	\$ 1568.00
Compra	2	Racha neumática	\$ 160.00

Costo de capacitación

Actividad	Tiempo	Recursos	Costo
Capacitación	1 semana	12 personas, 10 horas por persona y un capacitador	\$ 576.00

El costo total del proyecto seria de 2992,03 dólares americanos.

## CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Se aplica la matriz MEFI (Matriz de Asignación de Funciones e Información) al proceso de producción en el Área de Abastecimiento, donde se identifica que en las condiciones actuales del proceso realizando un análisis interno del mismo, se detectaron, las siguientes oportunidades: la falta de un trabajo estandarizado y el desconocimiento del trabajo correcto, lo que ocasiona paros de línea. Constituyendo los principales problemas que afectan a las condiciones actuales.

- Se realiza un cursograma analítico para cada una de las etapas del proceso objeto de estudio. Se parte de las condiciones actuales, identificándose los tiempos en los cuales se ejecuta cada uno de las tareas. Posteriormente, a cada uno de ellos se le aplica la Metodología SMED, indicando oportunidades de mejora en las etapas correspondientes al Montaje de la Matriz y Estandarización. Inicialmente el tiempo requerido para ambas etapas ascendía a 120 minutos. Con la propuesta de la Metodología SMED se obtiene un tiempo de ciclo de trabajo correspondiente a 98 minutos, indicando una reducción de 22 minutos totales entre ambas etapas. Esta magnitud representa un 18% de ahorro en tiempo del proceso objeto de estudio.

- Se aplica la Metodología Lean Manufacturing al Área de Abastecimiento permitiendo optimizar los tiempos correspondientes al montaje de herramientas. Inicialmente los tiempos de ciclo de trabajo ascendía a un valor de 120 minutos en la tarea de lote de plegado y un tiempo de 111 minutos en la actividad de corte por cizalla para un total de 231 minutos. Al aplicarse la metodología antes mencionada en ambas áreas, se produjo una reducción en 22 minutos y en la segunda etapa se propone una estandarización del mismo. Para un total de reducción en tiempo ascendente a 209 minutos, representando un 9.52%, respecto a las condiciones anteriores.

## **Recomendaciones**

- Aplicar la Matriz MEFI a otro proceso relacionado con la producción en Sedemi, con el fin de identificar oportunidades para mejorar de manera continua los procesos dentro de la organización.
- La organización debe considerar cuidadosamente los resultados de la investigación con miras a su implementación futura, lo que permitirá reducir los tiempos involucrados.
- Aplicación de la metodología a otras áreas tan pronto como sea posible, con el objetivo de reducir los tiempos, agilizar los procesos y mantener la competitividad en el mercado.

# ANEXO

## Plano de Mordaza.

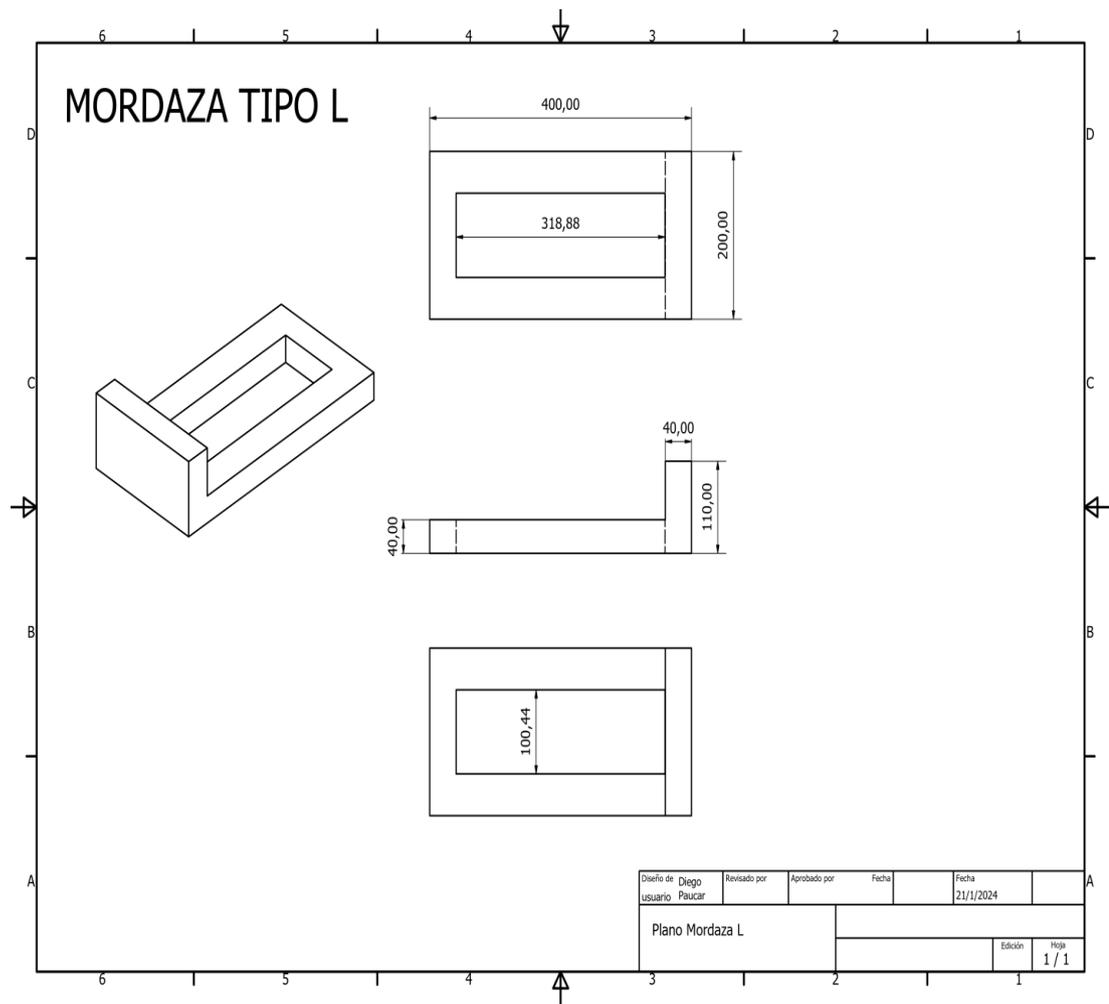


Figura 23. Plano de mordaza tipo L.

Nota: Se realizo el plano de diseño con las medidas correspondientes y podemos observar el modelo en 3D.

SENT BY  
 CECUAMAQ  
 Quito, Ave. 10 de Agosto  
 N65-69  
 Sector Parque de Los  
 Recuerdos

SENT TO  
 Paucar Llumiquinga  
 Diego  
 Quito, Sangolquí

PROFORMA INVOICE TOTAL  
**\$1,568.00**

DESCRIPTION	UNIT PRICE	QTY	AMOUNT
Mesa de trabajo rodante con elevación Hidráulica cap. 1Ton, válvula de seguridad, limitador de recorrido, largo total 1470mm, altura total 1000mm. Altura retraída 430mm, Dimensiones de la mesa ancho 610mm, largo 1018mm. Ruedas industriales giratorias de 6	1,400.00	1	1,400.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>1,400.00</b>
<b>IVA 12.0%</b>			<b>168.00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$1,568.00</b>



TERMS & CONDITIONS  
 El pago no se efectuará - No aplica

Nombre de Banco: ninguno  
 Número de cuenta: ninguno  
 PBX: (593)4 3464678 - (593)4 3464682

Figura 24. Proforma de mesa hidráulica.

Nota: Mesa de trabajo rodante con elevación Hidráulica cap. 1Ton, válvula de seguridad, limitador de recorrido, largo total 1470mm. altura total 1000mm. Altura retraída 430mm. Dimensiones de la mesa ancho 610mm, largo 1018mm. Ruedas industriales giratorias de 6

# FACTURA PROFORMA

**Abonir**Grupo®

Nº FACTURA: A2041

FECHA: 08-01-2024

## DATOS CLIENTE:

Nombre: Paucar Diego  
CI: 1723957013  
Dirección: Quito, Sangolquí  
Mail: lligo16@gmail.com

## DATOS EMPRESA:

Nombre: Sedemi  
Dirección: Sangolquí  
Amaguaña - km 4.5  
Mail: info@sedemi.com

Cantidad	Descripción	Precio/und	Total
1	Mesa Elevadora Hidráulica de Doble Tijera Manual con 1000 Kg de Capacidad a 1000mm de elevación con Plataforma de 1470x610mm (Ruedas de Poliuretano)	\$ 1,522.00	\$ 1,522.00
			\$ -
SUBTOTAL:			\$ 1,522.00
IVA (12%):			\$ 182.64
TOTAL:			\$ 1,704.64

## Método de pago

Insertar método de pago

*Figura 25 Proforma de mesa hidráulica.*