



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y OPTIMIZACIÓN
DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE UNA EMPRESA DE
ESTRUCTURAS METÁLICAS Y OBRAS CIVILES**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniera Industrial**

Autores: Mero Vera Francis Helen
Palacios Navas Daniela Soledad

Tutor: Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado, Msc

Guayaquil – Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Francis Helen Mero Vera con documento de identificación N°0953415189 y Daniela Soledad Palacios Navas con documento de identificación N°0943969394; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

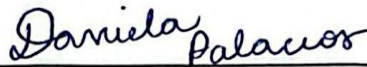
Guayaquil 30 de julio del año 2025

Atentamente,



Francis Helen Mero Vera

0953415189



Daniela Soledad Palacios Navas

0943969394

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Francis Helen Mero Vera con documento de identificación No. 0953415189, y Daniela Soledad Palacios Navas, con documento de identificación No. 0943969394, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Propuesta de redistribución en planta y optimización de los procesos productivos de una empresa de estructuras metálicas y obras civiles, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de julio del año 2025

Atentamente,



Francis Helen Mero Vera
0953415189



Daniela Soledad Palacios Navas
0943969394

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado Msc con documento de identificación N°0917242448, docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación Propuesta de redistribución en planta y optimización de los procesos productivos de una empresa de estructuras metálicas y obras civiles, realizado por Francis Helen Mero Vera con documento de identificación N°0953415189 y por Daniela Soledad Palacios Navas con documento de identificación N°0943969394, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de julio del año 2025

Atentamente,



Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado, Msc.
0917242448

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis a mi hermana y a mi papá, porque nunca me dejaron sola y, cuando creía que no podía más, ellos estaban ahí con palabras de aliento recordándome que soy más capaz de lo que imagino.

A mi novio Dylan, por ser mi refugio en los momentos difíciles, por su paciencia infinita y por entenderme incluso cuando solo necesitaba su compañía en silencio. A su familia, por acogerme con cariño y apoyarme en este proceso como si fuera parte de ellos.

A mis mejores amigas, Helen y Wendolyn, quienes no solo han sido un pilar fundamental en este camino, sino también mi escape en los momentos de estrés, recordándome que siempre hay espacio para reír y disfrutar.

Y, sobre todo, a mi mamá, que, aunque no está físicamente conmigo, sé que me acompaña en cada paso. Su amor, sus enseñanzas y su fuerza viven en mí, guiándome en cada decisión y dándome la fortaleza para seguir adelante. Este logro también es suyo, porque todo lo que soy y todo lo que he alcanzado lleva su esencia.

Con todo mi amor, Daniela Palacios Navas

DEDICATORIA

Al concluir esta etapa tan significativa de mi vida, quiero dedicar esta tesis con amor y gratitud a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en cada paso.

A mi familia, especialmente a mis padres, por su apoyo incondicional, por creer en mí desde el primer momento y por su esfuerzo continuo para darme las herramientas que necesitaba para llegar hasta aquí. Gracias por ser los pilares fundamentales de mi vida. A mis hermanas y sobrinos, por acompañarme con su amor y brindarme su apoyo.

A mis amigos, quienes siempre me han motivado, me han cuidado y han estado a mi lado en cada etapa. A mis amigas de la universidad, Wendolyn Guevara y Daniela Palacios, por su amistad, consejos y por estar a mi lado a lo largo de este proceso. Gracias por ayudarme a mantenerme firme y motivada.

Y a todas las personas que estuvieron al inicio de este camino, pero que ya no están, gracias por haber sido parte de esta etapa.

Con profundo cariño, Helen Mero.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo es el resultado de esfuerzo, dedicación y muchas horas de aprendizaje, pero también del apoyo incondicional de quienes nos han acompañado en este camino.

En primer lugar, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios, por ser nuestra guía y fortaleza en cada paso de este camino. A nuestras familias, cuyo amor y paciencia nos han brindado el aliento necesario para continuar, incluso en los momentos más difíciles. A nuestros amigos, por ser nuestro refugio y apoyo incondicional, recordándonos que, a pesar de las dificultades, nunca estamos solas.

A nuestros profesores por compartir su conocimiento, guiarnos y alentarnos a superar cada obstáculo.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de esta tesis. Este logro no es solo nuestro, sino también de cada persona que nos motivó y creyó en nosotras.

Con gratitud,

Helen Mero y Daniela Palacios.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo principal la redistribución de la planta y la optimización de los procesos productivos en una empresa ecuatoriana del sector de estructuras metálicas y obras civiles. La empresa, dedicada a la fabricación de torres, torretas y monopolos, enfrenta actualmente diversas ineficiencias operativas relacionadas con el uso del espacio, el traslado de materiales y la organización de los procesos internos. Además, cuenta con un terreno subutilizado que representa una oportunidad estratégica para mejorar su distribución y productividad.

Para abordar estas problemáticas, se realizó un diagnóstico detallado de la situación actual de la planta mediante observación directa, entrevistas con el personal y análisis de indicadores de desempeño como el throughput, el takt time y el ratio de producción. A partir de esta evaluación, se identificaron los principales cuellos de botella, tiempos muertos y limitaciones en la movilidad interna. Con base en estos hallazgos, se diseñó una propuesta de mejora aplicando herramientas de la ingeniería industrial, como la metodología 5S y el método 5W1H, con el objetivo de reorganizar el layout de la planta, reducir los tiempos de traslado y mejorar el aprovechamiento del espacio disponible.

Los resultados obtenidos demuestran una reducción del 25 % en los tiempos de traslado de materiales, una optimización del 82 % en el uso del área productiva y una mejora significativa en la eficiencia operativa general. La implementación de estas mejoras no solo aporta beneficios a corto plazo, sino que también fortalece la competitividad, sostenibilidad y capacidad de adaptación de la empresa frente a futuras demandas del mercado.

Palabras clave: redistribución de planta, mejora continua, estructuras metálicas, eficiencia operativa, 5S, flujo de materiales, productividad, sostenibilidad.

Abstract

This thesis aims to redesign the plant layout and optimize the production processes of an Ecuadorian company in the metal structures and civil works sector. The company, which manufactures towers, brackets, and monopoles, currently faces various operational inefficiencies related to space utilization, material handling, and process organization. It also has an underutilized area of land that represents a strategic opportunity to improve layout and productivity.

To address these issues, a detailed diagnostic of the current situation was conducted through direct observation, staff interviews, and performance indicator analysis, including throughput, takt time, and production ratio. Based on these findings, the main bottlenecks, idle times, and internal mobility limitations were identified. Consequently, an improvement proposal was developed using industrial engineering tools such as the 5S methodology and the 5W1H method, aiming to reorganize the plant layout, reduce material transfer times, and make better use of the available space.

The results show a 25% reduction in material transfer times, an 82% optimization in space usage, and a significant improvement in overall operational efficiency. These improvements not only generate short-term benefits but also strengthen the company's competitiveness, sustainability, and adaptability to future market demands.

Keywords: plant layout, continuous improvement, metal structures, operational efficiency, 5S, material flow, productivity, sustainability.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I.....	10
1. Estudio del Problema	10
1.1. Situación del problema.....	10
1.2. Antecedentes	10
1.3. Delimitaciones de la Empresa	10
1.4. Justificación.....	11
1.5. Objetivos 11	
▪ <i>Objetivo General</i>	11
▪ <i>Objetivos Específicos</i>	11
CAPÍTULO II.....	12
2. Marco Teórico	12
2.1. Estrategia para la Mejora de la Eficiencia Operativa	12
▪ Redistribución de plantas.....	12
▪ Optimización integral.....	13
2.2. Enfoque del Método 5W1H en la Redistribución de Plantas.....	13
▪ Historia del método 5W1H.....	13
2.3. Conceptos de Distribución y Organización de Plantas Industriales	15
▪ Layout 15	
▪ Reingeniería de una planta.....	16
▪ Áreas operativas.....	16
2.4. Metodologías y herramientas para la optimización de procesos	17
▪ Metodología 5S.....	17
▪ Ratio 17	
▪ Diagramas de Análisis y Control	17
2.5. Indicadores de desempeño en planta.....	18
▪ Throughput 18	
2.6. Estructuras metálicas de la empresa.....	18
▪ Torrete 18	
▪ Monopolos 19	
CAPÍTULO III.....	20
3. Marco Metodológico.....	20
3.1. Condiciones actuales de la Empresa	20
<i>Macroprocesos de la empresa</i>	20

<i>Mapa de procesos</i>	21
<i>Distribución Actual de la Planta y Problemática Existente</i>	21
3.2. Descripción Técnica de los Procesos productivos	
22	
<i>Área de Soldadura</i>	22
<i>Área de Conjuntos de Corte</i>	23
<i>Área de Pintura</i>	23
3.3. Procesos y equipos: Descripción y Riesgos	24
3.4. Diagnóstico de Productividad: Evaluación del Ratio de Producción, Margen de Utilidad e Ineficiencias Operativas 27	
3.5. Análisis de las Áreas con Menor Desempeño Productivo.....	29
CAPITULO IV	30
4. Plan de Acción para la eliminación de cuellos de botella (120 días)	30
4.1. Diseño de la Propuesta de Redistribución de Planta	31
4.2. Enfoque de la Propuesta.....	31
4.3. Implementación de la Metodología 5S	31
<i>Plano propuesta de mejora. Fuente:</i>	32
4.4. Enfoque del Método 5W1H en la Redistribución de Plantas: Estrategia para Mejorar la Eficiencia Operativa.	32
4.6. Plan de Acción con el Método 5W1H.....	33
4.7. Cronograma	34
4.7. Presupuesto para la Implementación de la Reingeniería.....	35
CAPÍTULO V	37
5. Resultados 37	
5.1. Análisis de los Cambios Implementados	38
5.2. Reubicación de los Procesos	39
5.3. Optimización de Procesos Ineficientes para el Incremento de la Productividad	40
▪ Optimización del Área de Soldadura	40
▪ Optimización del Área de Pintura	42
▪ Optimización del Área de Corte y Limpieza:.....	43
5.4. Análisis del Throughput y Takt Time: Impacto de las Mejoras en la Producción	44
6. Conclusiones 46	
7. Recomendaciones.....	47
Referencias.....	48
Anexos	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Los elementos del método 5W1H / Safety culture	9
Ilustración 2. Torreta eléctrica (DREAMSTIME, CIGI1979).....	14
Ilustración 3. Monopolo (IESTEL, 2024)	14
Ilustración 4. Diagrama de flujo 1 Área de soldadura. Elaborado por autoras	16
Ilustración 5. Diagrama de flujo 2 Área de corte. Elaborado por autoras	16
Ilustración 6. Diagrama de flujo 3 Área de pintura. Elaborado por autoras	17
Ilustración 7. Plano de Implantación de la planta de producción- (Autor Empresa).....	21
Ilustración 8. Histograma Comparativo de Tasa de Producción y % de Utilización. Fuente: Elaborado por autoras.	23
Ilustración 9. Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa (2025).	23
Ilustración 10. Mapa de procesos. Elaborado por autoras.	26
Ilustración 11. Plano: propuesta de mejora. Elaborado por autoras	29
Ilustración 12. Plano: Actual distribución de la empresa. Elaborado por autoras	36
Ilustración 13. Plano: propuesta de mejora. Elaboración autoras.....	37
Ilustración 14. Fotografía personal. Área de soldadura. Empresa (2024).	39
Ilustración 15. Fotografía personal. Área de pintura. Empresa (2024).	41
Ilustración 16. Fotografía personal. Área de corte y limpieza. Empresa (2024).	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de Riesgos Asociados a Cada Proceso Productivo. Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa (2025).....	19
Tabla 2. Tasa de Producción y Porcentaje de Utilización de los Equipos en la Planta. Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa (2025).	22
Tabla 3. Tasa de producción y rendimiento por área. Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa (2025).	24
Tabla 4. Cronograma de implementación. Fuente: Elaborado por autoras.	32
Tabla 5. Presupuesto – Adquisición de Equipos. Fuente: Elaborado por autoras	33
Tabla 6. Presupuesto – Capacitación de Personal. Fuente: Elaborado por autoras.	33
Tabla 7. Presupuesto – Adecuaciones en Infraestructura. Fuente: Elaborado por autoras.	33
Tabla 8. Presupuesto – Costos Totales. Fuente: Elaborado por autoras.	34
Tabla 9. Análisis de los cambios implementados en la redistribución de planta y su impacto en la eficiencia operativa. Fuente: Elaborado por autoras	35
Tabla 10. Tiempos de Ciclo Antes y Después de la Optimización en el Área de Soldadura. Fuente: Elaborado por autoras.	40
Tabla 11. Tiempos de Ciclo en el Proceso de Pintura tras la Reorganización. Fuente: Elaborado por autoras.	42
Tabla 12. Reducción de Tiempos en el Proceso de Corte y Limpieza Tras la Mejora. Elaborado por autoras.	44

INTRODUCCIÓN

El sector de las estructuras metálicas y obras civiles es un componente fundamental para el desarrollo de la infraestructura en el país, ya que participa en la construcción de torres de telecomunicaciones, estructuras eléctricas, puentes, entre otros proyectos de ingeniería. Las empresas que se dedican a este rubro requieren un alto nivel de organización en sus procesos productivos para poder ser competitivas, cumplir con los plazos de entrega y garantizar la calidad de sus productos. A medida que la demanda crece, se hace cada vez más evidente la necesidad de contar con una distribución adecuada del espacio físico de trabajo, así como con procesos eficientes y bien coordinados.

En particular, la empresa analizada en este estudio se dedica a la fabricación de estructuras metálicas como torres, torretas y monopolos, que se utilizan principalmente en proyectos de telecomunicaciones y energía. Estas estructuras sirven como soporte para antenas, cableado, luminarias u otros componentes, y requieren procesos de corte, soldadura, pintura y montaje para su elaboración. Durante la ejecución de estas actividades se identificaron una serie de dificultades relacionadas con el uso del espacio, el tiempo que toma mover materiales de un área a otra, y la forma en la que están organizadas las estaciones de trabajo. Además, se detectó que una parte del terreno de la empresa no está siendo utilizada, lo cual representa una gran oportunidad para mejorar la distribución general de la planta.

Actualmente, las principales deficiencias detectadas incluyen recorridos largos e innecesarios entre procesos, acumulación de materiales en desorden, uso limitado de herramientas clave como el montacargas, y cuellos de botella que afectan directamente los tiempos de producción. Estos factores generan retrasos, aumentan los costos operativos y disminuyen la eficiencia general de la planta. Asimismo, el desgaste prematuro de ciertos equipos debido al mal uso o sobrecarga, lo que representa un gasto adicional para la empresa y un riesgo para los trabajadores.

Frente a esta situación, el presente trabajo plantea una propuesta de redistribución de planta y optimización de los procesos productivos, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, reducir tiempos muertos y aprovechar adecuadamente todos los espacios disponibles, incluyendo aquellas zonas del terreno que actualmente están en desuso.

La solución propuesta se enfoca no solo en reorganizar físicamente las áreas de trabajo, sino también

en implementar metodologías de mejora continua que garanticen el orden, la disciplina operativa y la sostenibilidad del cambio.

Una de las herramientas clave utilizadas en este proyecto es la metodología 5S, la cual busca mantener espacios de trabajo limpios, organizados y eficientes mediante cinco principios: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina. Esta técnica permite establecer una cultura organizacional basada en la mejora continua y en el cuidado del entorno de trabajo. Por otro lado, se aplicó también el método 5W1H, que consiste en responder a seis preguntas fundamentales (qué, quién, cuándo, dónde, por qué y cómo) para analizar a fondo una situación y tomar decisiones bien fundamentadas.

Además, se utilizaron indicadores clave de desempeño como el throughput (que mide cuántas unidades se producen en un tiempo determinado), el takt time (que relaciona la producción con la demanda del cliente), y el ratio de producción (que evalúa el rendimiento real frente a la capacidad instalada). Estos indicadores sirvieron para identificar cuellos de botella, evaluar la eficiencia de cada proceso y medir el impacto de las mejoras implementadas.

El desarrollo del trabajo está organizado en cinco capítulos que permiten abordar la problemática de forma estructurada:

En la primera parte se presenta un estudio detallado del problema e donde se describe la situación actual de la planta, se delimita el alcance del proyecto, se justifica la importancia de la intervención y se establecen los objetivos generales y específicos que guían todo el proceso de mejora.

A continuación, se desarrolla el marco teórico, donde se explican los conceptos fundamentales que respaldan la propuesta. Se incluyen definiciones sobre distribución de planta, optimización de procesos, indicadores de desempeño, y se analizan las principales metodologías aplicadas (5S, 5W1H, entre otras).

En el tercer capítulo se expone el marco metodológico, donde se describe la situación actual de la empresa, los procesos clave, los equipos utilizados y los riesgos asociados. También se realiza un diagnóstico de la productividad, evaluando el uso del espacio y el desempeño de las diferentes áreas de trabajo.

Luego, se presenta la propuesta de mejora, que incluye un rediseño del layout de la planta para optimizar el flujo de materiales y reducir tiempos de traslado. Esta propuesta contempla el uso del terreno no aprovechado, la reubicación de áreas críticas como soldadura, corte y pintura, así como un plan de acción para implementar cambios de forma progresiva y sostenible. Se adjuntan también un cronograma detallado y un presupuesto estimado.

Finalmente, se analizan los resultados obtenidos tras la aplicación de la propuesta. Se evidencian mejoras significativas en el uso del espacio (82% de optimización), una reducción del 25% en los tiempos de traslado, y una mayor eficiencia en áreas que antes presentaban bajo rendimiento.

El trabajo concluye con una serie de recomendaciones orientadas a mantener los avances logrados por ello, se propone como una herramienta estratégica que le permita a la empresa fortalecer su competitividad, prepararse para futuras demandas del mercado y garantizar una operación más ordenada, eficiente y sostenible a largo plazo.

CAPÍTULO I

ESTUDIO DEL PROBLEMA

1.1. Situación del problema

Las empresas del sector de estructuras metálicas en Ecuador enfrentan desafíos operativos que afectan su eficiencia y competitividad. Entre los principales problemas destacan la distribución ineficiente del espacio en planta, cuellos de botella en procesos clave y la falta de equipos adecuados para el traslado de materiales. Estas deficiencias generan tiempos muertos, aumentan costos y reducen la capacidad de producción.

Uno de los factores críticos es la acumulación desordenada de materiales, lo que dificulta la movilidad dentro de la planta. Además, la limitada disponibilidad de montacargas y otros equipos de carga agrava la situación, retrasando el flujo de trabajo. Para superar estos inconvenientes, es necesario implementar estrategias de redistribución del espacio y optimización de procesos, con el fin de mejorar la productividad y reducir costos operativos.

1.2. Antecedentes

La industria de estructuras metálicas ha sido un motor clave en el desarrollo de la infraestructura ecuatoriana, aportando al crecimiento del sector manufacturero y la generación de empleo. Su presencia es esencial en la construcción de naves industriales, puentes y edificaciones, contribuyendo al desarrollo económico del país.

Sin embargo, el sector también enfrenta retos significativos, como el alto consumo de materiales y energía, la generación de residuos y las emisiones contaminantes. Además, las condiciones de trabajo pueden implicar riesgos laborales debido a la manipulación de estructuras pesadas y procesos de soldadura. Para mejorar la sostenibilidad y seguridad en estas operaciones, es fundamental una planificación eficiente y la aplicación de tecnologías que minimicen su impacto ambiental. (*Quezada-Torres, 2015*)

1.3. Delimitaciones de la Empresa

El presente trabajo se enfoca en una empresa mediana ubicada en Via a la Costa, Chongón - Guayaquil, Ecuador, dedicada al diseño, fabricación y montaje de torres, torretas y monopolos. Además de la manufactura, la empresa ofrece servicios complementarios como mantenimiento, reparación y recubrimientos anticorrosivos. Cabe destacar que, para la instalación de estas estructuras, se requiere una adecuada preparación del suelo con cimentación antisísmica, lo que implica trabajos de obra civil previos a su montaje.

El análisis de la distribución de planta se centrará en las áreas productivas clave, incluyendo el corte de material, la limpieza de estructuras, la soldadura y el traslado de materiales. No se considerarán en este estudio las áreas administrativas ni de comercialización. (*Zambrano Álvarez, 2010*)

Este trabajo de titulación se apoya en varias asignaturas de la carrera de Ingeniería Industrial. Principalmente, se relaciona con Distribución de Planta y Organización de Sistemas Productivos, al abordar el rediseño del layout para mejorar el flujo de materiales. También se vincula con Ingeniería de Métodos y Gestión de Producción, mediante el análisis de tiempos, cuellos de botella y productividad.

Se aplican herramientas de Gestión de Calidad, como las 5S y el método 5W1H, para estandarizar procesos y fomentar la mejora continua. Además, se consideran aspectos de Procesos de Manufactura, Logística, Ingeniería Económica y Seguridad Industrial, fundamentales para una redistribución eficiente, segura y sostenible de la planta.

1.4. Justificación

La eficiencia operativa y la competitividad son fundamentales en la industria de estructuras metálicas y obras civiles. La empresa en estudio enfrenta desafíos relacionados con la disposición de su planta y la optimización de sus procesos, lo que impacta su capacidad de producción y cumplimiento de plazos.

Factores como la volatilidad en los costos de materias primas y el cumplimiento de normativas de calidad, seguridad y medio ambiente generan presiones adicionales sobre la operación. Además, el análisis de la empresa ha evidenciado problemas en la distribución de la planta, generando cuellos de botella, tiempos muertos y un uso ineficiente del espacio y los recursos. Estos factores aumentan los costos operativos y reducen la capacidad de respuesta ante la demanda del mercado. Ante esta

problemática, la implementación de una redistribución eficiente de la planta permitirá optimizar el flujo de trabajo, maximizar el aprovechamiento del espacio y mejorar la productividad.

Una distribución adecuada no solo incrementa la eficiencia operativa, sino que también reduce riesgos laborales y crea un entorno de trabajo más seguro. Además, facilita la adaptación de la empresa a los cambios del mercado, asegurando la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

1.5. Objetivos

▪ *Objetivo General:*

Desarrollar una propuesta de redistribución de planta y optimización integral de los procesos en una empresa de fabricación de estructuras metálicas y obras civiles, para mejorar su eficiencia operativa y competitividad en el mercado.

▪ *Objetivos Específicos:*

- ✓ Identificar las áreas operativas con mayor oportunidad de mejora según la distribución actual de la planta.
- ✓ Diseñar una propuesta detallada de redistribución de planta, que optimice el uso del espacio y reduzca los tiempos de traslado de materiales.
- ✓ Implementar técnicas de optimización de procesos orientadas a reducir ineficiencias, eliminar cuellos de botella y mejorar la coordinación entre los distintos departamentos

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

En el dinámico entorno empresarial actual, la eficiencia operativa y la optimización de procesos son aspectos cruciales para el éxito y la competitividad dentro de la industria. La ingeniería industrial es fundamental en la mejora continua de los procesos y la maximización de los recursos disponibles.

Con nuestra propuesta de redistribución de planta y optimización de procesos, buscamos mejorar la eficiencia y la productividad dentro del área de producción. Esto implica la reorganización física de los recursos y equipos dentro de una instalación para mejorar el flujo de trabajo y minimizar los tiempos de transporte, por otro lado, nos centraremos en la identificación y eliminación de desperdicios y la estandarización de procedimientos para mejorar la eficiencia operativa. En esta propuesta implementaremos la metodología 5w1h y para ello conoceremos un poco de su historia.

2. Estrategia para la Mejora de la Eficiencia Operativa

▪ Redistribución de plantas

Según D. Jaramillo, J. Uriarte, L.F. Cardona *“La tendencia más reciente de los modelos de distribución de planta dinámicos es generar distribuciones de planta flexibles que se puedan adaptar fácilmente a los cambios del entorno, y es en este contexto, donde la redistribución de planta se convierte en la estrategia de las organizaciones para mantener la eficiencia de sus distribuciones de planta” (D. Jaramillo, 2014)*

“Para confirmar que la redistribución de planta que se haga sea ideal, esta debe propiciar la fluidez. Es decir, no debe interrumpir el flujo de trabajo, el transporte de materiales, el traslado de las personas, etc. En ese sentido, existen una serie de criterios que toda distribución o redistribución de planta debería seguir, estos son: Las cosas y áreas deben estar donde permitan trabajar eficientemente. En otras palabras, debe ser funcional. Se debe aprovechar el espacio.

Por ejemplo, es ilógico que se recorra una larga distancia entre dos áreas cuando ambas necesitan estar comunicadas constantemente. No se debe descuidar la iluminación, ya sea natural o artificial de cada espacio de trabajo. Así como tampoco debe descuidarse la aireación. Esto debe enfatizarse en espacios donde circulen mayores agentes contaminantes”. (Aldana, 2020)

- **Optimización integral**

“... Es la disciplina que se encarga de adaptar los procesos para optimizar sus parámetros, pero sin infringir sus límites. Generalmente, tiene como objetivos minimizar costos y maximizar el rendimiento, la productividad y la eficiencia.

La optimización de procesos de negocio es la práctica que tiene como objetivo aumentar la eficiencia de una compañía a través de la perfección de sus procesos haciendo un mejor uso de sus recursos”. (Sydle, 2023)

El objetivo de los procesos empresariales integrales es maximizar el rendimiento global y minimizar los cuellos de botella. Mejoran la capacidad de respuesta a los cambios y las expectativas de los clientes. Esto permite a las empresas aumentar la eficiencia y mejorar la calidad de los procesos adoptando una visión holística de sus procesos empresariales. (Horn, 2024) No solo puede mejorar las ganancias a corto plazo, sino que también puede ayudar a establecer una base sólida para el crecimiento a largo plazo y la sostenibilidad. (Manager, 2024)

2.1. Enfoque del Método 5W1H en la Redistribución de Plantas.

- **Historia del método 5W1H**

El método 5W1H es un término acuñado después del poema de Rudyard Kipling en su escrito titulado Just So Stories, publicado en 1902: *"Tengo seis sirvientes honestos (Me enseñaron todo lo que sé); Sus nombres son qué, por qué y cuándo, Y cómo y dónde y quién"*

Más tarde, este poema se convirtió en la base sobre la que se nombró el método. Se convirtió en un enfoque para la resolución de problemas, donde cada W y H ayudan a uno a abordar un problema desde diferentes ángulos y poder encontrar posibles soluciones. (Edraw, 2025)

Los elementos incluidos en el método 5W1H permiten un análisis exhaustivo de la situación presentada y permiten detectar oportunidades de mejora.

Responder a las preguntas de las 5W y la 1H, y ser lo más detallado posible, ayuda a identificar posibles soluciones que podrían aplicarse y observar su eficacia.

Este enfoque se basa en responder las preguntas de quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo. Al plantear preguntas de primer inventario 4 y 5 paso, se busca obtener información clave para el desarrollo y éxito de un proyecto. Estas preguntas, como «¿Quiénes serán los responsables de ejecutar el proyecto?» y «¿Cómo se llevará a cabo la implementación?», permiten identificar los recursos humanos necesarios, las tareas específicas a realizar, los plazos y los métodos de ejecución.

Pueden colocarse en diferente orden, pero debe asegurarse de que se incluyan las siguientes preguntas de 5W y 1H.

(SafetyCulture, 2024)

A continuación, en la Ilustración 1, se muestran los seis elementos que conforman el método 5W1H, los cuales permiten analizar un problema desde diferentes ángulos.



Ilustración 1. Los elementos del método 5W1H / Safety culture

What (¿Qué?): Se refiere a los detalles del problema en cuestión. Esta pregunta ayuda a identificar el tema principal y a definir la situación con precisión. ¿Qué objetivos tenemos? ¿Qué puntos principales hay que abordar? ¿Qué resultado esperamos? *(Creativas, 2024)*

Who (¿Quién?): Se refiere a las personas o grupos específicos relevantes para el tema o la situación. Debe incluir a la persona que descubrió el problema, a la que posiblemente pueda resolverlo y a la que será responsable de aplicar la posible solución. *(SafetyCulture, 2024)*

Where (¿Dónde?): Es el elemento para identificar dónde ocurre una acción o evento, o en qué proceso surgió un problema. La información de ubicación es importante si las características regionales o factores ambientales han influido en el contenido del informe. (*Autores, 2023*)

When (¿Cuándo?): Todos los proyectos necesitan una fecha límite, si empiezas un proyecto sin tener claro la fecha en la que debe finalizar, lo más probable es que el proceso sea más largo de lo que debería ser. (*Strikingly, 2022*)

Why (¿Por qué?): Es esencial para desvelar el propósito y las razones detrás de la información que estás estudiando, conocer los motivos detrás de la información y aclara la relevancia de un tema y cómo esta comprensión contribuye a una mejor retención de la información. (*Impulso 06, 2023*)

How (¿Cómo?): Se refiere al proceso. Esta pregunta promueve una discusión sobre métodos y estrategias, guiando el camino hacia la implementación. ¿Cómo podemos cumplir con los objetivos de comunicación? ¿Cómo comunicaremos este producto? ¿Cómo impactarán nuestras acciones a la audiencia? (*Creativas, 2024*)

2.2. Conceptos de Distribución y Organización de Plantas Industriales

- **Layout**

En el área empresarial, podemos decir que el término es utilizado para hacer referencia a la forma en que se encuentra distribuida el área de trabajo. Es decir, el diseño que se siguió para distribuir las computadoras, mesas de trabajo, áreas de reuniones, espacios para recreación y descanso, así como los comedores y baños o áreas de aseo. (*Significados, 2023*).

Su objetivo puede simplificarse en una misión: simplificar y optimizar la logística de trabajo, teniendo en cuenta la satisfacción de los empleados y las perspectivas del cliente.

Este posee dos elementos principales:

Organización: se traduce en un incremento de la productividad y la eficiencia al contar con procesos sistémicos.

Diseño: además de aportar estética, sirve para configurar de forma estratégica la distribución de los diferentes componentes de la planta. (*EuroInnova, 2023*)

- **Reingeniería de una planta**

La reingeniería empresarial o el rediseño de procesos es lograr la flexibilidad, la eficiencia y la efectividad de las estructuras y de los sistemas empresariales; es plantear el cambio radical frente al cambio gradual de aquellos, como solución adoptada hasta la fecha, pero que no ha servido para resolver los problemas. *(Pinzón, 2024)*

Etapas clave de la reingeniería de procesos

Preparación y sensibilización: Crear conciencia y despertar el compromiso en la organización, sobre todo, en la alta dirección.

Identificación y análisis de procesos: Se seleccionan los procesos más importantes, cuáles son los que tienen un impacto directo en la eficiencia operativa, los costes, la calidad de los productos o servicios y la satisfacción del cliente.

Análisis: Identificar cuellos de botella, actividades redundantes y cualquier elemento que esté generando ineficiencia.

Diseño del nuevo proceso: Replantearse las actividades desde cero para eliminar tareas innecesarias, automatizar operaciones clave, optimizar flujos de trabajo y reasignar responsabilidades para maximizar la eficiencia.

Implementación y cambio: Se necesita la capacitación de la plantilla, ya que deben familiarizarse con las nuevas herramientas, los procedimientos y las responsabilidades.

Mejora continua: Se recopilarán datos, se analizarán indicadores clave y se hará una comparación de métricas. Si hay desviaciones o áreas de mejora, se realizarán ajustes en tiempo real. *(INESDI, 2021)*

- **Áreas operativas**

Las áreas funcionales de una empresa son todos los departamentos en que se divide una empresa. El objetivo es repartir funciones entre diferentes miembros o equipos para lograr una mayor eficiencia. De este modo cada trabajador se puede especializar en un ámbito en concreto. *(Quiroa, 2024)*. Dentro del área producción la zona netamente operativa es la de fabricación que debe encuadrarse en un organigrama en la línea de mando descendente del directorio o gerencia general en su caso.

Llamamos zona operativa a aquella que representa la función principal a cumplir por el área o la función específica del área. *(Etchegoyen, 1967)*

2.3. Metodologías y herramientas para la optimización de procesos

- **Metodología 5S**

5S es un método dirigido a la organización de empresas. Su objetivo es que la empresa opere con los recursos que necesita, que preserve a los colaboradores, que siempre esté ordenada y que mantenga un alto nivel de productividad. Funciona de manera práctica, dirigiendo los esfuerzos en cinco niveles distintos, con el objetivo de hacer que la empresa logre un alto nivel de actuación y que esta perspectiva se difunda por la cultura organizacional. (*Redator, 2019*)

En producción la implementación de esta nos ayuda a mejorar la eficiencia y organización en el entorno de producción. Los cinco «S» hacen referencia a – Seiri (separar), Seiton (organizar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (sostener con disciplina) – se aplican para crear un entorno de trabajo más organizado, limpio y seguro, resultando en un aumento de productividad, calidad y motivación de los equipos. (*Kaizen Institute , 2018*). La mejora continua es una de las tareas más importantes para los ingenieros de gestión y producción de una organización; ya sea una gran empresa o una pequeña, la gerencia se esforzará por mejorar el proceso, para aumentar la producción o para aumentar el nivel de seguridad y salud en el trabajo. (*Pacana, 2016*)

- **Ratio**

Este indicador compara el número de unidades producidas en un periodo determinado con la capacidad de producción teórica en el mismo periodo. Ayuda a evaluar cómo de cerca está una empresa de alcanzar su máxima capacidad productiva. (*Editores, 2023*)

- **Diagramas de Análisis y Control**

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa-efecto, fue desarrollado en la década de 1960 por el doctor Kaoru Ishikawa, un ingeniero japonés apasionado por la mejora de la calidad en la fabricación.

El doctor Ishikawa desarrolló el diagrama de Ishikawa para visualizar las posibles causas de un problema y facilitar la resolución de problemas en equipo. Con el tiempo, este diagrama se ha

convertido en una herramienta muy utilizada en diversos sectores, desde la fabricación y la ingeniería hasta la sanidad y los servicios. Su flexibilidad y sencillez lo hacen accesible a equipos con distintos niveles de experiencia, y ha demostrado ser una valiosa herramienta para la mejora continua y la resolución de problemas. (*Narvaez, 2024*)

- **Histograma**

Es un gráfico de barras que permite representar la frecuencia de un valor estadístico dentro de un grupo o población de estudio. Es decir, permite observar desde un plano general la distribución de una característica cuantitativa y continua, o comparar los resultados de un proceso específico.

El término “histograma” fue creado por el matemático inglés Karl Pearson (1857-1936) a partir de las voces griegas histós (“mástil”) y gramma (“dibujo” o “figura”). Esto se debe a que consta de dos ejes: uno vertical (eje Y) en donde se representan las frecuencias, es decir, la cantidad de veces que se repite un evento; mientras que en el eje horizontal (eje X) se representan los rasgos o características que se estudian en la muestra. (*Equipo editorial, 2024*).

2.4. Indicadores de desempeño en planta

- **Throughput**

Se define como la cantidad de datos procesados exitosamente por un sistema en un período de tiempo determinado. A nivel técnico, el throughput refleja la velocidad efectiva a la que los datos o transacciones fluyen a través de un sistema. (*Elola, 2024*). Dentro de una planta, su función proporciona la habilidad de configurar y correr rápidamente sistemas de optimización mientras se trabaja dentro de un entorno de producto uniforme. Las mejoras de rendimiento (throughput) siempre deben comenzar con el control básico. (*Emeron Process Managment, 2021*)

2.5. Estructuras metálicas de la empresa

- **Torreata**

Se trata de una estructura singular constituida por barras, con geometría de hiperboloide, planta circular y 30 metros de altura. (*FRANCO, 2019*). Las torretas son dispositivos o estructuras giratorias utilizadas en equipos industriales, que permiten el posicionamiento y cambio de herramientas de manera precisa durante los procesos de manufactura. (*Goldratt, 1992*).

En la ilustración 2, podemos ver un ejemplo de las Torretas eléctricas que se trabajan dentro de la empresa.



Ilustración 2. Torreta eléctrica (DREAMSTIME, CIGI1979)

- **Monopolos**

Los monopolos son estructuras de soporte compuestas por un único pilar o poste, diseñados para sostener equipos o infraestructuras en aplicaciones como telecomunicaciones y distribución de energía. (Ambrose, 2004). Se realizan en distintas alturas, adaptándose a una porción reducida de terreno bajo la estructura. Usualmente sus alturas varían entre 18 y 30 metros y requieren de un espacio en el suelo de 5 m x 5m. Estos espacios se cercan con un muro o bien con un alambre olímpico. Estos monopolos pueden ser complementados con con luminarias. (SIDACO, 2021).

A continuación, vemos la Ilustración 3, donde se muestra un monopolo de telecomunicaciones.



Ilustración 3. Monopolo (IESTEL, 2024)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo, que se apoya en datos numéricos con el fin de evaluar el rendimiento actual de la planta y determinar el impacto de la propuesta de redistribución en términos de eficiencia y productividad.

3.1. Descripción Técnica de los Procesos Productivos

Para comprender el funcionamiento operativo de la planta y los desafíos asociados a su distribución, es necesario iniciar con una descripción técnica de los procesos productivos que se llevan a cabo.

La empresa, dedicada a la fabricación de estructuras metálicas como torres y monopolos, opera principalmente en tres áreas: corte, soldadura y pintura. Estas actividades se ejecutan en distintas zonas de la planta, cada una equipada con maquinaria específica y personal capacitado.

A continuación, se detallan los procesos por área, proporcionando el contexto necesario para analizar posteriormente la distribución física del espacio y su impacto en la eficiencia.

- ***Área de Soldadura***

En el área de soldadura se llevan a cabo dos procesos: la soldadura con máquina de arco y la soldadura por arco sumergido. Para la soldadura con máquina de arco, existen dos estaciones de trabajo, las cuales también son utilizadas en el proceso de arco sumergido.

En el área de arco sumergido trabajan un total de cinco personas, junto con un operador de montacargas. Este último se encarga de desmontar los polígonos de acero inoxidable o tuberías de metal. A continuación, dos personas realizan el anclaje de los polígonos utilizando un puente grúa. Luego, otras dos personas se encargan de armar y puntear el polígono con soldadura en las estaciones de máquina de arco. Finalmente, dos trabajadores transportan los polígonos armados hacia la máquina de arco sumergido, donde se completa el proceso.

En la Ilustración 4, encontramos el diagrama de flujo que se encuentra a continuación, se visualiza el proceso previamente explicado:

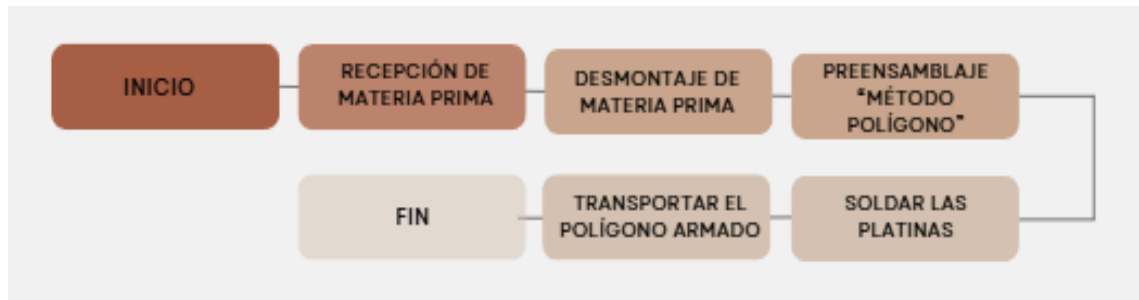


Ilustración 4. Diagrama de flujo 1 Área de soldadura. Elaborado por autoras

▪ Área de Conjuntos de Corte

En esta sección, el personal se encarga de realizar cortes específicos en los accesorios que formarán parte de las torres de telecomunicaciones. En el área de corte existen dos procesos: el corte estandarizado, que se lleva a cabo mediante maquinaria especializada para garantizar precisión y uniformidad, y el corte manual, utilizado para piezas que requieren ajustes específicos o personalización. Entre los componentes que se trabajan en esta área se incluyen elementos como escalerillas y estructuras tipo H, entre otros. Estas piezas son fundamentales para completar y ensamblar las torres de manera adecuada; Para mejor entendimiento de este proceso podemos ver a continuación la Ilustración 5, donde realizamos un diagrama de flujo del área de corte.

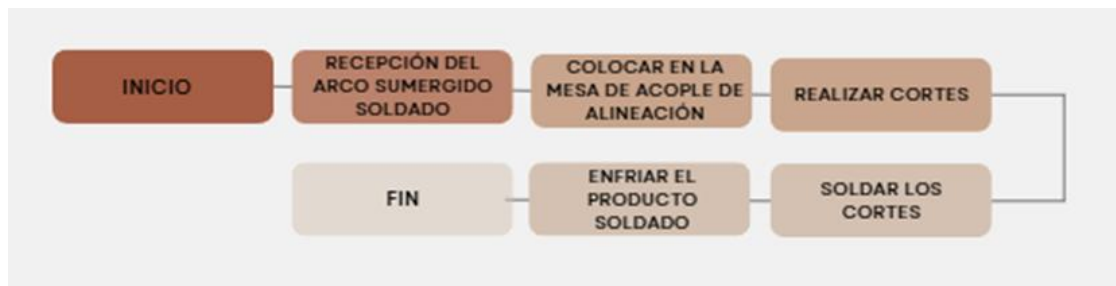


Ilustración 5. Diagrama de flujo 2 Área de corte. Elaborado por autoras

▪ Área de Pintura

En esta sección, dos personas son responsables de realizar las tareas de pulido, aplicación de pintura y acabados finales en las estructuras metálicas. Estas actividades aseguran que las piezas cuenten con la calidad estética y de protección necesaria para su uso final.

A continuación, se encuentra la Ilustración 6, donde podemos visualizar el diagrama de flujo de dicha área:

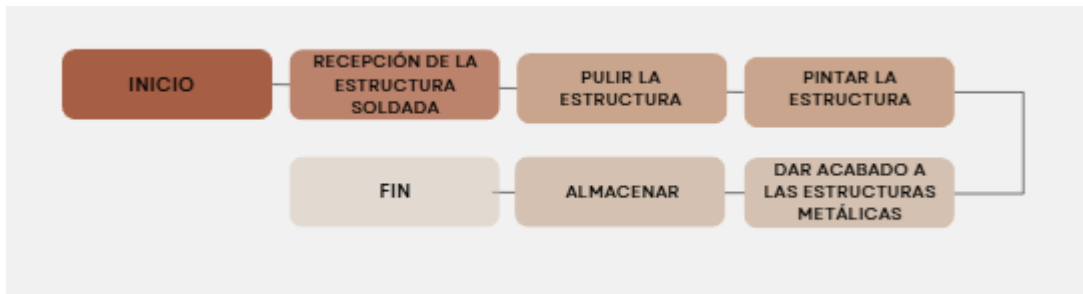


Ilustración 6. Diagrama de flujo 3 del Área de pintura. Elaborado por autoras

3.2. Procesos, Equipos y Riesgos Asociados

Como mencionamos anteriormente, los procesos productivos de la empresa se llevan a cabo en distintas áreas de la planta, como soldadura, corte y pintura. Estos procesos incluyen corte estandarizado, corte manual, soldadura, mecanizado, transporte y pintura. El corte de materiales permite dar forma y dimensionar las piezas según los requerimientos del diseño; a través de la soldadura se ensamblan y unen las estructuras, garantizando resistencia y estabilidad; el mecanizado facilita la perforación y el ajuste de componentes para su correcto ensamblaje; el transporte interno permite la movilización y reubicación de materiales, asegurando un flujo eficiente en la producción; y finalmente, el proceso de pintura protege las estructuras contra la corrosión y mejora su acabado, asegurando durabilidad y calidad en el producto final. Una vez comprendidas las actividades principales en cada área de producción, es fundamental examinar los equipos utilizados y los riesgos asociados a su operación, ya que esta información permite identificar no solo las limitaciones de espacio, sino también las condiciones que pueden afectar la seguridad, la eficacia y la continuidad de los procesos. A continuación, se presenta la Tabla 1, detallando los equipos utilizados, su función dentro del proceso productivo y los principales riesgos que representan para el personal y la operación.

Proceso	Equipo	Descripción	Riesgo de equipos
Corte estandarizado	Fresadora	Remoción de material mediante mecanizado.	<ul style="list-style-type: none"> - Proyección de virutas a alta velocidad, causando lesiones oculares. - Contacto accidental con la fresa en movimiento, provocando cortes o amputaciones.
	Torno	Remoción de material mediante mecanizado.	<ul style="list-style-type: none"> - Atascamiento de la pieza o herramienta, generando daños en la máquina o accidentes.

			<ul style="list-style-type: none"> - Enredos con ropa suelta o cabello, causando atrapamientos peligrosos.
	Dobladora de perfiles	Curvado y laminado de perfiles metálicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplastamiento de manos o dedos al manipular los perfiles durante el curvado. - Proyección de piezas mal sujetas, impactando al operador o a terceros.
Corte Manual	Cizalla manual	Corte de láminas delgadas de acero.	<ul style="list-style-type: none"> - Cortes en las manos debido al contacto con las cuchillas afiladas. - Golpes o atrapamientos por el mal uso de la palanca de la cizalla.
Soldadura	Máquina de soldar de arco	Unión de piezas metálicas mediante fusión.	<ul style="list-style-type: none"> - Exposición a radiación UV e infrarroja, causando daños en la vista y la piel. - Inhalación de humos tóxicos generados por la fusión del metal.
	Arco sumergido	Proceso de soldadura automatizada.	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de electrocución por contacto con conexiones defectuosas o cables en mal estado. - Incendios o explosiones debido a chispas en presencia de materiales inflamables.
Mecanizado	Taladro pedestal	Perforación de piezas metálicas	<ul style="list-style-type: none"> - Enredos con ropa o guantes sueltos en la broca en movimiento. - Proyección de virutas metálicas, causando lesiones oculares.
	Tronzadora	Corte de tubos y ejes metálicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de disco de corte, generando fragmentos peligrosos. - Pérdida de control provocando movimientos inesperados y golpes.
Transporte	Camión grúa	Manipulación y traslado de materiales pesados	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de cargas por sujeción inadecuada, causando golpes o aplastamientos. - Atropellos por maniobras sin visibilidad adecuada.

	Montacargas	Transporte interno de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> - Vuelco del montacargas por sobrecarga o conducción en superficies irregulares. - Aplastamiento de extremidades al maniobrar en espacios reducidos.
Pintura	Pistola pulverizadora de pintura	Aplicación de la pintura de manera uniforme sobre las superficies metálicas	<ul style="list-style-type: none"> - Inhalación de vapores tóxicos, causando problemas respiratorios. - Inflamabilidad de los solventes, aumentando el riesgo de incendio.

Tabla 1. Resumen de Riesgos Asociados a Cada Proceso Productivo. Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa (2025)

La información sobre los riesgos operacionales, el uso de equipos y las condiciones de trabajo en cada área fue obtenida a través de la observación directa en planta y mediante entrevistas informales con el personal operativo. Estas entrevistas tuvieron un enfoque no estructurado y se realizaron durante recorridos técnicos por las diferentes áreas de producción. La finalidad fue obtener información práctica y real sobre el funcionamiento de los equipos, los riesgos comunes y las dificultades que enfrentan los operarios en su jornada diaria.

Aunque no se utilizó un formato formal, las preguntas se centraron en aspectos como:

- ¿Qué tipo de máquinas usan con más frecuencia?
- ¿Qué problemas enfrentan al utilizar estos equipos?
- ¿Han tenido accidentes o incidentes en estas estaciones de trabajo?
- ¿Qué mejorarían en su área para trabajar con mayor seguridad o eficiencia?

Gracias a estas conversaciones permitieron recopilar datos clave para construir la tabla anterior. Entre los principales hallazgos se identificaron los siguientes puntos críticos:

- **Corte manual de materiales:** La falta de automatización en este proceso genera variabilidad en los tiempos de producción y provoca acumulación de materiales en espera.
- **Limpieza de estructuras metálicas:** Actualmente, esta actividad se lleva a cabo sin un procedimiento estandarizado, lo que incrementa los tiempos de preparación.
- **Soldadura:** La insuficiencia de operarios y maquinaria adecuada prolonga los tiempos de ciclo, afectando la eficiencia del proceso.

- **Traslado con montacargas:** Solo se dispone de un equipo, lo que genera retrasos y restricciones en el flujo de materiales.
- **Distribución del espacio:** Una parte considerable del terreno disponible no está siendo utilizada de manera eficiente, lo que limita la optimización de los procesos productivos.

3.3. Distribución Actual de la Planta y Problemática Existente

Luego de analizar los procesos productivos y sus condiciones operativas, se expone la distribución actual de la planta. Esta sección permite visualizar como están organizadas las áreas de trabajo y cuales son las principales limitaciones físicas que afectan el flujo de materiales y la eficiencia operativa.

Estas limitaciones han generado ineficiencias en el traslado de materiales, uso inadecuado del espacio disponible y tiempos muertos en la producción.

El siguiente análisis incluye la disposición de los galpones, áreas de producción y la identificación de espacios subutilizados.

La empresa cuenta con dos galpones principales destinados a la producción industrial. El Galpón #2 alberga el área de soldadura por arco sumergido, mientras que el Galpón #1 concentra los principales procesos productivos, incluyendo corte, mecanizado, soldadura, pintura y transporte interno. El Galpón #1 cuenta con una superficie total de 600 m², lo que representa el 40% del total de la planta. El Galpón #2 tiene 900 m², equivalente al 60% del total. Estos datos permiten visualizar mejor la distribución del espacio y las oportunidades de optimización.

Al conocer estos valores podemos decir que, actualmente, la planta ocupa 542.9 m², lo que equivale al 35.2% del terreno total disponible. Sin embargo, la distribución interna presenta diversas limitaciones que afectan la eficiencia operativa y la fluidez del proceso productivo, en la Ilustración 7, podemos encontrar el plano general de toda la empresa.

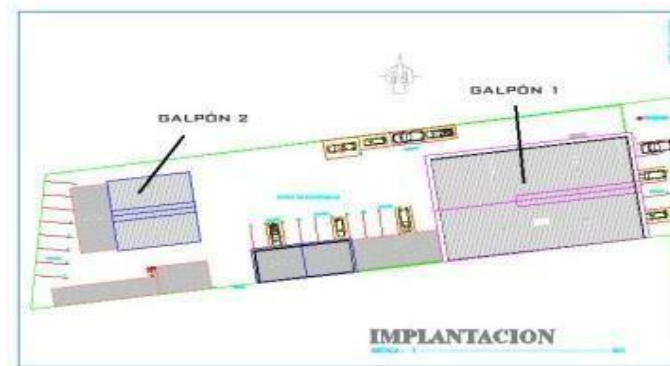


Ilustración 7. Plano de Implantación de la planta de producción- (Autor Empresa).

La disposición de las áreas dentro del Galpón 1 se organiza de la siguiente manera:

- Área de Corte y Mecanizado (144 m² | 9.3% del total)
- Área de Soldadura (144 m² | 9.3% del total)
- Área de Pintura (144 m² | 9.3% del total)
- Espacio de Transporte Interno

Además, la empresa no ocupa la totalidad del terreno disponible. La planta de producción está ubicada de la forma en que se muestra en la Ilustración 7, pero el terreno total tiene una disposición en forma de "L", lo que indica la existencia de áreas sin un uso definido dentro de la operación actual. Estas condiciones han generado ineficiencias en el flujo de trabajo, tiempos improductivos y limitaciones en el uso del espacio, lo que representa un desafío significativo para la empresa en términos de productividad y organización.

3.4. Diagnóstico de Productividad: Evaluación del Ratio de Producción, Margen de Utilidad e Ineficiencias Operativas.

Una vez los procesos productivos, sus riesgos y las condiciones operativas de cada área, fue posible identificar que la empresa enfrenta desafíos significativos en la disposición y organización de sus áreas operativas. Estas dificultades impactan directamente en la eficiencia del flujo de trabajo y en el desempeño de cada proceso productivo. La falta de optimización en la asignación de recursos y en la distribución del espacio ha generado variaciones en el rendimiento de los equipos, afectando la continuidad operativa y ocasionando costos adicionales.

En base a la distribución actual, realizamos un diagnóstico cuantitativo que permite evidenciar el impacto de estas deficiencias en la productividad. A través del análisis del ratio de producción, el porcentaje de

utilización de los equipos y el throughput, se identificaron las áreas críticas de la planta. Estos indicadores muestran como ciertos procesos presentan cuellos de botella, tiempos muertos y baja eficiencia operativa, lo que sustenta la necesidad de una redistribución de planta. Para calcular el ratio de producción, se utilizó la fórmula básica de productividad:

$$\text{RATIO DE PRODUCCIÓN} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas trabajadas}}$$

Esta fórmula permitió determinar cuántas unidades se producen por cada hora de trabajo en las distintas estaciones de la planta, por ende, durante el mes de febrero de 2025, se recopilaron datos a través de la observación directa del proceso, tiempos reportados por los operarios y registros internos proporcionados por la empresa.

A continuación, se presenta la Tabla 2, con los resultados del cálculo del ratio de producción y porcentaje de utilización de los equipos:

Proceso	Tasa de producción (unidad/ horas)	% Utilización
Fresadora	0,72	60%
Torno	0,78	65%
Prensa hidráulica	0,68	55%
Dobladora de perfiles	0,72	60%
Cizalla manual	0,88	75%
Máquina de soldar de arco	0,75	85%
Arco sumergido	0,80	80%
Taladro pedestal	0,72	60%
Tronzadora	0,70	58%
Camión grúa	0,65	50%
Montacargas	0,90	90%
Pistola pulverizadora de pintura	0,88	80%

Tabla 2. Tasa de Producción y Porcentaje de Utilización de los Equipos en la Planta. Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa (2025).

La Tabla 2 resume los resultados obtenidos destacando los valores de producción por hora y el porcentaje de utilización de cada equipo. Por ejemplo, el montacargas presento el mayor desempeño con una tasa de producción de 0,90 unidades/hora y un 90% de utilización, seguido por la `pistola pulverizadora de pintura (0,88; 80%) y la cizalla manual (0,88; 75%). Por otro lado, los equipos con menor rendimiento fueron el camión grúa (0,65; 50%), la prensa hidráulica (0,68; 55%) y la tronzadora (0,70; 58%). Esta

diferencia evidencia una baja eficiencia en ciertas áreas, que afectan el equilibrio del sistema productivo. Como resultado, se identificaron como procesos de menor desempeño operativo el área de corte, soldadura y pintura, los cuales gráficamente en un histograma (Ilustración 8), facilitando la visualización del bajo rendimiento de dichas áreas reforzando la necesidad de replantear el layout actual ara mejorar el aprovechamiento de recursos de la empresa.

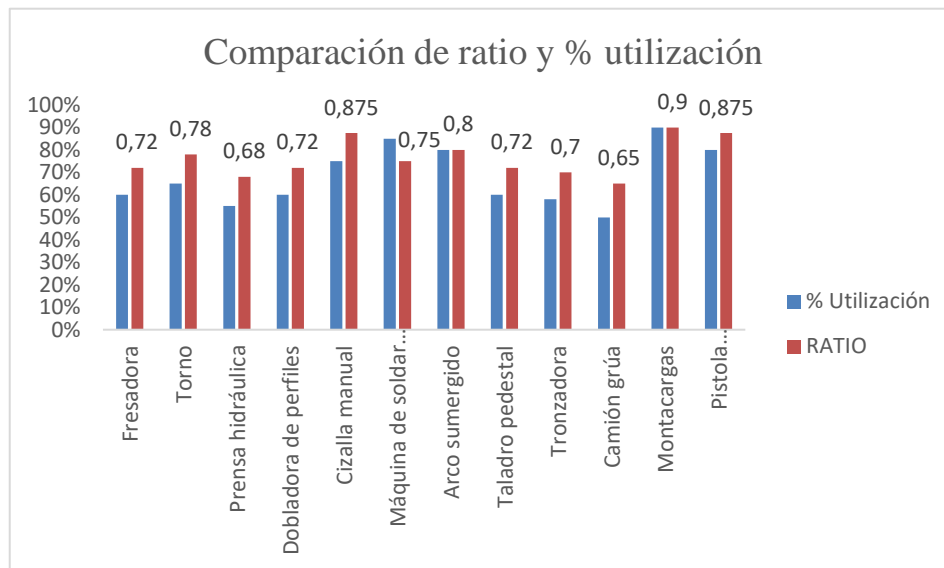


Ilustración 8. Histograma Comparativo de Tasa de Producción y % de Utilización. Fuente: Elaborado por autoras.

A demás, para complementar el análisis, se aplicó la herramienta del diagrama de Ishikawa, encontrado en la Ilustración 9, el cual permitió identificar y clasificar las causas raíz de los cuellos de botella detectados en la distribución actual de la planta.

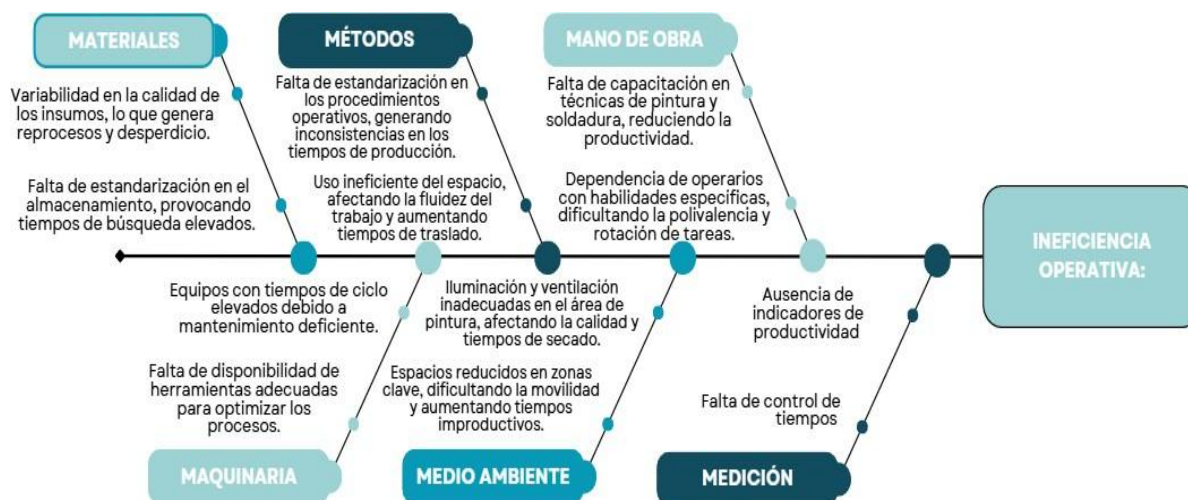


Ilustración 9. Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa (2025).

Este análisis detallado, permitió comprender de manera integral las principales limitaciones dentro del sistema productivo. Así, determinando que los procesos de pintura, soldadura con máquina de arco y corte manual son los que requieren mayor atención para optimizar la productividad y el uso del espacio disponible, sirviendo este diagnóstico como base para la propuesta de mejora planteada en el siguiente apartado.

▪ ***Análisis de las Áreas con Menor Desempeño Productivo***

A partir del análisis cuantitativo realizado y de los indicadores previamente presentado, se identificó con mayor detalle las áreas específicas con menor desempeño. Los valores obtenidos muestran que las áreas con menor rendimiento (por debajo de 1) son, en orden creciente: Soldadura (0,88), Pintura (0,92) y, en tercer lugar, Corte (0,94) ligeramente por debajo de Ensamblaje. También se puede evidenciar que las áreas productivas con mejor ratio son: el área de montaje final y el área de ensamblaje; como se trata de distintos proyectos por hora, mientras más alta la tasa de producción es mejor.

En la Tabla 3 mostramos los datos obtenidos durante la jornada laboral de 8 horas, con el tiempo que toma realizar cada tarea y la tasa de producción obtenida a partir de dichos valores.

ÁREA	TIEMPO DE CICLO (min)	UNIDADES OBTENIDAS (jornada de 8h)	TASA DE PRODUCCIÓN (U/H)
CORTE MANUAL	55 min	7 unidades	0,88
SOLDADURA	60 min	6 unidades	0,75
PINTURA	55 min	7 unidades	0,88

Tabla 3. Tasa de producción y rendimiento por área. Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa (2025).

Uno de los indicadores básicos para mejorar la productividad es el throughput, el cual nos indica el tiempo que se demora una pieza o material en pasar por cada proceso de cada área productiva, por lo tanto, se calcula tomando en cuenta el proceso más lento dentro del flujo de producción, es decir, el cuello de botella. Se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$\textit{Throughput} = \frac{\textit{Unidades producidas en la jornada}}{\textit{Tiempo de jornada}}$$

Por lo antes mencionado se desea mejorar tanto el flujo de materiales como la productividad junto con optimización de recursos disponibles para ello se identificó que la empresa desea mejorar los tiempos de entrega, la productividad y reducir los tiempos muertos.

3.5. Condiciones Actuales de la Empresa y Macroprocesos

Una vez analizados los procesos productivos, sus condiciones operativas y la disposición física actual de la planta, se presenta el enfoque general de la empresa.

Este análisis incluye los macroprocesos que guían su gestión interna, clasificados en:

- Procesos estratégicos
- Procesos operativos
- Procesos de soporte

Comprender esta estructura permite alinear las propuestas de mejora con los objetivos organizados de la empresa.

- *Macroprocesos de la empresa*

Los procesos de la compañía se clasifican en tres categorías principales:

- **Procesos estratégicos:** Consisten en una serie de etapas planificadas que la empresa sigue para garantizar un orden interno y avanzar desde un estado inicial hacia un estado objetivo. Estos procesos buscan orientar las actividades hacia el cumplimiento de metas organizacionales.
- **Procesos operativos:** Incluyen el diseño, la planificación y la fabricación, s actividades fundamentales dentro del sistema organizativo. Gracias a estos procesos, se logra la producción del producto final, el cual es preparado para su instalación en el lugar especificado por el cliente.
- **Procesos de apoyo o soporte:** Constituyen pilares esenciales que respaldan tanto los procesos estratégicos como los operativos. Su función es garantizar que las actividades se lleven a cabo de manera eficiente, facilitando el desarrollo de proyectos y la operación general de la empresa.

Para entender mejor los macroprocesos anteriormente mencionados, en la Ilustración 10, podemos encontrar un mapa a detalle con los procesos desarrollados en la empresa al momento de recibir un cliente; se visualizan los pasos por los que pasan los pedidos hasta llegar a su fase final que es la entrega hacia el cliente.



Ilustración 10. Mapa de procesos. Elaborado por autora

CAPITULO IV

RESULTADOS

Una distribución eficiente de la planta es clave para mejorar la productividad y optimizar el flujo de trabajo, en este capítulo se plantea una propuesta integral para eliminar ineficiencias y potenciar la capacidad operativa, basada en herramientas de mejora continua. Se establecen lineamientos para la implementación de los cambios, considerando aspectos operativos y recursos necesarios, con el objetivo de lograr una redistribución efectiva y sostenible en el tiempo.

1. Plan de Acción para la eliminación de cuellos de botella (120 días)

Como se ha expuesto anteriormente, la empresa enfrenta cuellos de botella en Corte, Pintura y Montaje, lo cual afecta la productividad y genera tiempos muertos. Para abordar esta situación, se implementará un plan de 120 días dividido en dos fases:

- Mes 1-2: Diagnóstico y Preparación

En la primera fase, se realizará un análisis exhaustivo de las restricciones en las áreas clave de Corte, Pintura y Montaje. Se llevarán a cabo mejoras iniciales en el proceso de pintura, como la adquisición de dos pistolas pulverizadoras y ajustes en la infraestructura. Además, se planificarán capacitaciones para los operarios en técnicas de pintura industrial.

- Mes 3-4: Implementación y Ajuste

En la segunda fase, se ejecutarán las mejoras planificadas en el espacio y en los procesos, alineando cada área con su nueva capacidad operativa. De forma simultánea, se implementarán ajustes en la distribución de las áreas, lo que permitirá optimizar el flujo de trabajo en toda la planta, reducir tiempos muertos y eliminar los cuellos de botella identificados.

1.1. Diseño de la Propuesta de Redistribución de Planta

La gerencia ha identificado la necesidad de realizar una reingeniería en la distribución de la planta con el propósito de mejorar la eficiencia operativa mediante la optimización del espacio y la reducción de interferencias en los flujos de trabajo.

La nueva distribución busca aprovechar áreas previamente subutilizadas, garantizando un mejor aprovechamiento del espacio productivo y optimizando el traslado de materiales.

1.2. Enfoque de la Propuesta

El diseño de esta redistribución se ha basado en un análisis detallado del estado actual de la planta, identificando las principales oportunidades de mejora, tales como:

- Áreas subutilizadas o con una disposición ineficiente.
- Flujos de trabajo con interferencias que afectan la productividad.
- Ubicación inadecuada de equipos, lo que genera tiempos improductivos en los procesos. Con

base en este análisis, se propone una reorganización de las áreas de producción, almacenamiento y logística, asegurando una mejor conectividad entre los procesos clave. Esta redistribución tiene como objetivos principales:

- Optimizar el uso del espacio en un 20%, reduciendo áreas improductivas.
- Disminuir los tiempos de traslado de materiales en un 25%, reduciendo los recorridos innecesarios.

1.3. Implementación de la Metodología 5S

Para garantizar la sostenibilidad del programa 5S, se implementarán auditorías mensuales y capacitaciones anuales para los operarios en temas de orden y eficiencia productiva.

1. **Seiri (Clasificación):** Eliminación de elementos innecesarios en producción y almacenamiento.
2. **Seiton (Orden):** Asignación de ubicaciones específicas para equipos y materiales.
3. **Seiso (Limpieza):** Protocolos regulares de limpieza en las áreas de trabajo.
4. **Seiketsu (Estandarización):** Documentación de mejores prácticas en distribución y flujos de trabajo.
5. **Shitsuke (Disciplina):** Fomento de una cultura de mejora continua y cumplimiento de normas establecidas.

La implementación de esta propuesta de redistribución no solo contribuirá a la reducción de tiempos y la optimización del espacio, sino que también permitirá mejorar la productividad y la eficiencia operativa en la planta.

Además, la integración de la metodología 5S garantizará la sostenibilidad de los cambios implementados y fortalecerá una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

A continuación, vemos la Ilustración 11, donde se presenta el plano de la nueva distribución propuesta, donde se evidencia la optimización del uso del espacio y la reducción de interferencias en los flujos de trabajo. En este diseño, se han integrado los galpones #1 y #2 en un solo espacio productivo, eliminando barreras físicas y mejorando la conectividad entre los procesos clave, lo que permite reducir los tiempos de traslado en un 20%. En la Ilustración 11, presentamos el plano de la planta productiva, implementando nuestra propuesta de redistribución mejorada:

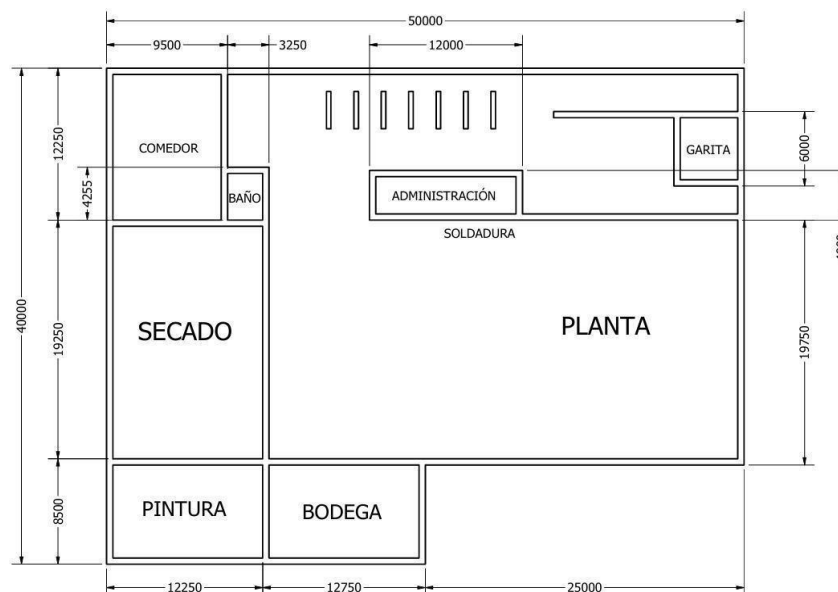


Ilustración 11. Plano: propuesta de mejora. Elaborado por autoras

1.4. Enfoque del Método 5W1H en la Redistribución de Plantas: Estrategia para Mejorar la Eficiencia Operativa.

La eficiencia en el flujo de materiales es un factor clave para garantizar la productividad y reducir costos operativos. Sin embargo, esta empresa enfrenta problemas derivados de un crecimiento empírico, donde la distribución de sus áreas de producción no ha sido planificada estratégicamente.

Este estudio aplica el método 5W1H como herramienta para analizar y optimizar la redistribución de planta, identificando los principales factores que generan deficiencias en el traslado de materiales y proponiendo una solución estructurada.

Mediante un análisis de los 5 Por Qué, se identifican las causas raíz del problema, mientras que el método 5W1H permite diseñar un plan de acción concreto, enfocado en mejorar el flujo operativo

1.5. Análisis del problema con método 5 por qué

1. ¿Por qué hay un flujo deficiente de materiales?

Porque los materiales tardan en trasladarse entre las áreas de producción.

2. ¿Por qué los materiales tardan en trasladarse entre las áreas de producción?

Porque el diseño de la planta no sigue un orden lógico y eficiente.

3. ¿Por qué el diseño de la planta no sigue un orden lógico y eficiente?

Porque las áreas de trabajo fueron distribuidas sin un análisis previo de procesos y necesidades.

4. ¿Por qué las áreas de trabajo fueron distribuidas sin un análisis previo?

Porque la empresa creció de manera empírica, sin una planificación estructurada de expansión.

5. ¿Por qué la empresa creció de manera empírica?

Porque la demanda aumentó con el tiempo, y la empresa fue adaptando su espacio sin una estrategia clara de redistribución.

En base a este análisis, podemos decir que, la falta de una redistribución planificada ha generado ineficiencias en el flujo de materiales, lo que impacta en tiempos de traslado y productividad.

1.6. Plan de Acción con el Método 5W1H

¿Qué haremos?

Realizaremos una reingeniería del espacio productivo de la empresa.

¿Por qué lo haremos?

Para optimizar el flujo de materiales, reducir tiempos de traslado y mejorar la eficiencia operativa.

¿Quién lo hará?

La gerencia, en conjunto con el equipo de producción e ingeniería.

¿Cuándo se implementará?

En un periodo planificado de X meses, con fases de evaluación, diseño y ejecución progresiva.

¿Dónde se aplicará?

En la planta de producción, priorizando áreas con mayor congestión y cuellos de botella.

¿Cómo lo haremos?

Reordenando las áreas de trabajo según su capacidad, relación con otros procesos y necesidades productivas.

Implementando un layout optimizado basado en nuestro estudio de cómo debería fluir el área de producción.

1.7. Cronograma

Fase	Actividades	Duración (semanas)
Planificación Inicial	Definición del alcance	1 semana
	- Establecimiento de los objetivos y metas del proyecto.	
	Reuniones Iniciales	1 semana
	- Coordinación con las partes interesadas para definir roles y responsabilidades.	
	Análisis de la situación actual	2 semanas
	- Identificación de limitaciones y cuellos de botella en la configuración actual.	

Análisis y Diagnostico	Recolección de datos	2 semanas
	- Obtención de datos relevantes sobre la operación, tiempos de traslado, y uso del espacio.	
	Evaluación de los procesos actuales de la empresa	2 semanas
	- Identificación de ineficiencias y oportunidades de mejora en los procesos.	
	Identificación de áreas de mejora	1 semana
	- Priorización de las áreas que presentan mayor oportunidad de mejora.	
Diseño de la	Diseño de la nueva distribución en planta	2 semana
Propuesta	- Creación de un plano detallado de la nueva distribución propuesta.	
	Propuesta de optimización de procesos	1 semana
	- Integración de mejoras en los procesos con la nueva distribución.	
	Revisión y ajuste de la propuesta	1 semana
	- Revisión final de la propuesta.	
Implementación	Planificación de la implementación	1 semana
	- Plan detallado para la implementación de la nueva distribución.	
	Ejecución de la redistribución en planta	1 semana
	- Implementación de la nueva distribución en la planta, incluyendo reubicación de equipos y estaciones de trabajo.	
Evaluación y Ajustes	Monitoreo y evaluación de la implementación	2 semanas
	- Seguimiento del desempeño de la implementación para asegurar la mejora continua.	
	Realización de ajustes necesarios	1 semana
	- Implementación de ajustes basados en la evaluación de desempeño.	
	Informe final del proyecto	1 semana
	- Elaboración y presentación del informe final del proyecto.	

Tabla 4. Cronograma de implementación. Fuente: Elaborado por autoras.

4.7. Presupuesto para la Implementación de la Reingeniería

1. Adquisición de Equipos

Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Total (USD)
Pistolas pulverizadoras	2	450	900
Insumos para pintura y mantenimiento (pintura, disolventes, filtros)	4 meses	700	2,800
Implementos de seguridad para operarios (guantes, mascarillas, gafas)	4	150	600
Subtotal Equipos			4,300

Tabla 5. Presupuesto – Adquisición de Equipos. Fuente: Elaborado por autoras

2. Capacitación de Personal

Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Total (USD)
Capacitación en polifuncionalidad para operarios	8 personas	200	1,600
Certificación en técnicas de pintura industrial	5 personas	250	1,250
Subtotal Capacitación			2,850

Tabla 6. Presupuesto – Capacitación de Personal. Fuente: Elaborado por autoras.

3. Adecuaciones en Infraestructura

Descripción	Costo Estimado (USD)
Ajustes en el área de pintura para mejorar ventilación y distribución	3,500
Optimización del espacio en el galpón (soportes, delimitaciones)	2,000
Subtotal Infraestructura	5,500

Tabla 7. Presupuesto – Adecuaciones en Infraestructura. Fuente: Elaborado por autoras.

4. Costos Totales

Categoría	Costo Total (USD)
Adquisición de Equipos	4,300
Capacitación de Personal	2,850
Adecuaciones en Infraestructura	5,500
Total General	12,650

Tabla 8. Presupuesto – Costos Totales. Fuente: Elaborado por autoras.

Con la reingeniería aplicada, el área productiva pasó de 542.72 m² (35.2% del total disponible) a 987.50 m², lo que representa un incremento del 82% en el uso del espacio destinado a la producción. Esta optimización se logró al reducir en 444.78 m² las áreas no productivas, permitiendo una mejor distribución del flujo de trabajo y aumentando la eficiencia operativa. Este porcentaje se obtuvo mediante la fórmula:

$$\text{Variación (\%)} = \left(\frac{\text{Nuevo valor} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor inicial}} \right) \times 100\%$$


Aplicando esta fórmula al área de producción:

$$\text{Variación (\%)} = \left(\frac{9875,0 - 542,72}{542,72} \right) \times 100\% = 81,99\% \approx 8$$

En la Tabla 9, se presenta un análisis de los cambios realizados en la redistribución de espacios. Se evidencia que algunas áreas fueron ampliadas, como la planta de producción, la bodega y la garita, lo que indica un enfoque en mejorar la capacidad operativa, el almacenamiento y el control de ingreso.

Por otro lado, se redujeron significativamente zonas como soldadura, corte, fresado, torneado y el comedor, para optimizar el uso del espacio y reorganizar el flujo de trabajo. Estos ajustes reflejan una estrategia orientada a aumentar la eficiencia operativa mediante una distribución más funcional de la planta.

PROCESO		DISTRIBUCIÓN ACTUAL)	PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN	CAMBIO (%)
Planta de producción		542.72	987.50	82%
Soldadura/ Corte/ Fresado/ Torneado		360.00	48.00	86.7%
Pintura		144.00	104.13	27.7%
Bodega		35.94	108.38	201.6%
Comedor		101.50	40.42	60.2%
Baño		16.00	13.83	13.6%
Garita		13.98	24.00	71.7%



Se Amplió

Se Redujo

Tabla 9. Análisis de los cambios implementados en la redistribución de planta y su impacto en la eficiencia operativa. Fuente: Elaborado por autoras

1.8. Análisis de los Cambios Implementados

- ✓ Se amplió el área de producción, optimizando el espacio y mejorando el flujo de trabajo.
- ✓ Se redujo el espacio de soldadura, corte y fresado, ya que la reorganización permitió compactar estos procesos sin afectar la eficiencia.
- ✓ En el área de pintura, se redujo el espacio en un 27.7%, pero se implementaron dos pistolas adicionales, lo que permitirá contar con más trabajadores polifuncionales. Para ello, se recomienda la capacitación del personal en el uso de los nuevos equipos.
- ✓ Se triplicó la capacidad de la bodega, garantizando un almacenamiento más eficiente de materiales y herramientas.

- ✓ Se reorganizaron las áreas de servicios y administración para mejorar la distribución del espacio operativo.

Estos cambios han permitido no solo cumplir con los objetivos del proyecto, sino también establecer una distribución eficiente que reduce los tiempos de traslado de materiales en un 25%, mejorando así la productividad y la eficiencia en la planta. En el plano actual, encontrado en la Ilustración 12, se observa la disposición inicial de los equipos y áreas de trabajo, donde se evidencian los espacios reducidos que dificultan el flujo operativo. Además, se identifica un terreno dentro de la misma empresa que no está siendo utilizado, lo que limita la expansión y reorganización de los procesos productivos.

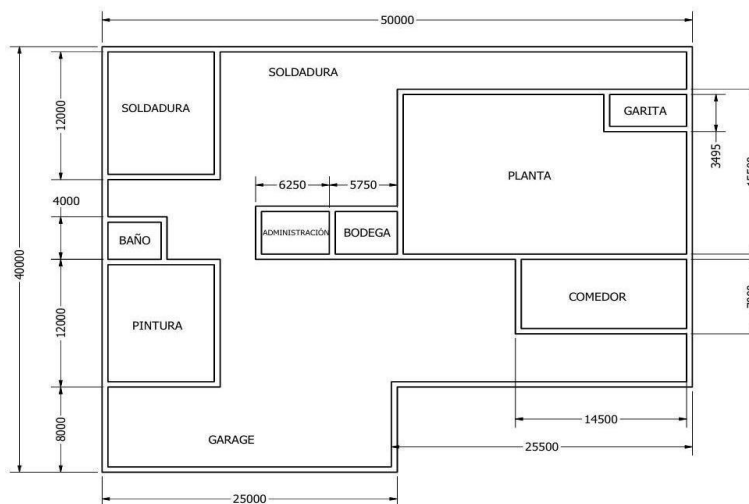


Ilustración 12. Plano: Actual distribución de la empresa. Elaborado por autoras

Por otro lado, en la propuesta de redistribución, se plantea una reingeniería del espacio productivo, aprovechando el terreno disponible para reorganizar las áreas de trabajo. Como podemos observar en la Ilustración 13, con este nuevo diseño, se optimiza el uso del área productiva en un 82% y se mejora el flujo de trabajo en un 25%, logrando una distribución más eficiente y reduciendo los tiempos de traslado.

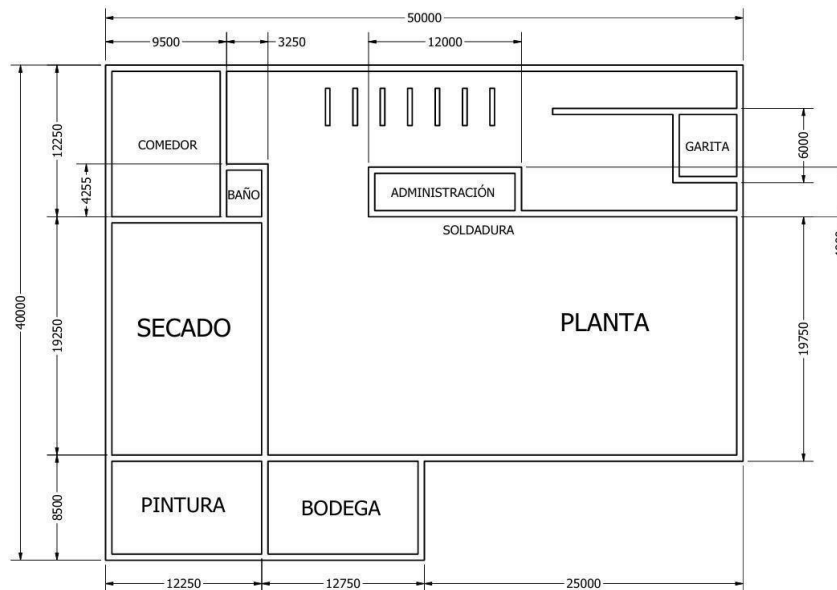


Ilustración 13. Plano: propuesta de mejora. Elaboración autoras.

1.9. Reubicación de los Procesos

Con base en los resultados obtenidos de la redistribución de la planta, se procedió a reubicar los procesos clave para optimizar el espacio y mejorar el flujo de trabajo. Las nuevas ubicaciones definidas fueron:

1. Área de Soldadura, Corte y Fresado

- Se compactó su espacio de 360 m² a 48 m² sin afectar la eficiencia operativa.

2. Área de Pintura

- Se redujo de 144 m² a 104.13 m², pero se optimizó con dos pistolas adicionales para mantener la productividad.
- Se reorganizaron las estaciones de secado, reduciendo el tiempo de ciclo de 55 min a 50 min.

3. Área de Corte y Limpieza

- Se optimizó la disposición de herramientas y materiales, reduciendo el tiempo de ciclo de 55 min a 49 min.

4. Área de Montaje y Transporte

- Se reorganizó su ubicación para facilitar el flujo de materiales y mejorar la distribución del espacio operativo.

1.10. Optimización de Procesos Ineficientes para el Incremento de la Productividad

Para lograr un incremento en la productividad, es necesario reducir tiempos de operación y aumentar la capacidad en las áreas clave de producción. A través del análisis de eficiencia operativa, se han identificado tres procesos con mayores deficiencias:

- Soldadura con máquina de arco: Altos tiempos improductivos debido a la organización del área y flujo de trabajo.
- Pintura y secado: Limitaciones en espacio y disposición de piezas, afectando los tiempos de secado.
- Corte y limpieza: Restricciones en la cantidad de operarios y en la organización de materiales, generando tiempos muertos.

A continuación, se presentan los cálculos y estrategias aplicadas en cada proceso, demostrando las mejoras alcanzadas.

▪ Optimización del Área de Soldadura:

A partir del análisis de los procesos productivos, se identificó que la soldadura con máquina de arco representa un cuello de botella dentro de la planta. Con un ratio de 0.75 y un % de utilización del 85%, se evidenció una alta demanda de este proceso, lo que generaba tiempos de espera y retrasos en la producción.

Para abordar esta problemática, en lugar de agregar más operarios, se propone optimizar la distribución del área de soldadura y mejorar la organización del trabajo. Actualmente, el área de soldadura opera con un ratio de 0.875, lo que indica que se está utilizando el 87.5% de su capacidad máxima.

A través de la reubicación de herramientas, eliminación de movimientos innecesarios y mejor asignación de tareas, se espera aumentar la eficiencia sin necesidad de aumentar el personal.

Estrategia aplicada:

Actualmente, el área de soldadura tiene un ratio de producción de 0,875, lo que significa que no está operando a su capacidad máxima, si agregamos una estación adicional se podría aumentar el número de unidades por jornada. En la Ilustración 14, podemos observar una fotografía del área de soldadura de la empresa.



Ilustración 14. Fotografía personal. Área de soldadura. Empresa (2024).

Tiempo actual de ciclo: 60 min

Unidades producidas actualmente en 8 horas: 6 unidades

Ratio de producción actual: 6 unidades/8 horas: 0,75

Para aumentar la producción en un 10% queremos producir $6 \times 1.1 = 6.6$ unidades extras, redondeadas a 7 unidades en 8 horas.

El ratio de producción necesario sería $7 \text{ unidades} / 8 \text{ horas} = 0,875$.

Para lograr este aumento, sin agregar estaciones de soldadura, se quiere reducir los tiempos improductivos dentro de cada ciclo de soldadura, reubicando las mesas y herramientas cerca de las estaciones de trabajo, disminuir los recorridos de los operarios teniendo un flujo continuo en las actividades. En la Tabla 10, encontramos los tiempos actuales del área de soldadura y el nuevo tiempo con las mejoras aplicadas.

ACTIVIDAD	TIEMPO ACTUAL (min)	MEJORAS APLICAS	NUEVO TIEMPO (min)	% DE REDUCCIÓN
Soldadura	45	No cambia	45	-
Posicionamiento	6	Reubicación de materiales, se redujeron 2 min	4	67%
Desplazamiento de operarios	4	Disminución de recorridos, se redujo 1 minuto	3	75%
Otros (ajustes e inspección)	5	Se redujo 1 min por agilidad de inspección	4	80%
TOTAL	60	4	56	93%

Tabla 10. Tiempos de Ciclo Antes y Después de la Optimización en el Área de Soldadura. Fuente: Elaborado por autoras.

Si el tiempo de ciclo es de 56 minutos, la cantidad de unidades que se puede fabricar en 8 horas sería

$$\frac{480 \text{ minutos}}{56 \text{ minutos/unidad}} = 8,57 \text{ unidades}$$

Con las mejoras aplicadas logramos que el tiempo de ciclo se reduzca, consiguiendo una mejora mayor a la que esperábamos (aproximadamente del 43%). La baja productividad en el área de soldadura era consecuencia de una organización deficiente, con desorden en el flujo de materiales y tiempos improductivos. Gracias a una redistribución estratégica y optimización de procesos, logramos aumentar la producción en 42.83% sin necesidad de adquirir nuevos equipos.

▪ **Optimización del Área de Pintura: Estrategia aplicada:**

Reorganización del área ya que la falta de espacio está limitando la cantidad de piezas que se pueden manejar. Optimización de tiempos de secado, si se reorganizan las estaciones para que las piezas no se estorben entre sí, se puede aumentar la capacidad.

En la Ilustración 15, podemos observar una fotografía del área de pintura de la empresa.



Ilustración 15. Fotografía personal. Área de pintura. Empresa (2024).

Tiempo actual de ciclo: 55 min

Unidades producidas actualmente en 8 horas: 7 unidades

Ratio de producción actual: 7 unidades/8 horas: 0,875

Si la redistribución del espacio de pintura y secado reduce los tiempos muertos en un 9,1%, esto implicaría una reducción en el tiempo de ciclo.

Nuevo tiempo de ciclo = $(55 \text{ min} \times (1 - 0,091)) = 50 \text{ min}$. El nuevo ratio de producción sería
8 unidades/ 8horas = 1.

En la Tabla 11, encontramos los tiempos actuales del área de pintura y el nuevo tiempo con las mejoras aplicadas.

ACTIVIDAD	TIEMPO ACTUAL (min)	MEJORAS APLICADAS	NUEVO TIEMPO (min)	% DE REDUCCIÓN
Pintura	30	Se mantiene	30	-
Desplazamiento de piezas	7	Reducción de (-1 min)	5	71%
Secado	15	Mejorar la ventilación y evitar acumulación de piezas (-2 min)	13	87%
Inspecciones	3	Agilidad en revisión (-1 min)	2	67%
TOTAL	55	Reducción de 5 min	50	91%

Tabla 11. Tiempos de Ciclo en el Proceso de Pintura tras la Reorganización. Fuente: Elaborado por autoras.

La redistribución del espacio permitió reducir tiempos muertos y optimizar el flujo de trabajo en el área de pintura. Al mejorar la ventilación y la disposición de las piezas, el tiempo de secado se redujo en un 13.3% (de 15 min a 13 min). La reorganización del área minimizó desplazamientos innecesarios, reduciendo el tiempo de traslado en un 28.6% (de 7 min a 5 min). Finalmente, la optimización del acceso a las piezas agilizó las inspecciones, disminuyendo su tiempo en un 33.3% (de 3 min a 2 min). Estas mejoras permitieron reducir el tiempo de ciclo de 55 min a 50 min, logrando una mejora del 9.1%, lo que permite incrementar la producción en un 10%.

▪ **Optimización del Área de Corte y Limpieza: Estrategia aplicada:**

Actualmente el área de corte y limpieza tiene restricciones por la cantidad de operarios por máquina. Al aumentar el número de operarios, el flujo de trabajo será más fluido, reduciendo tiempos muertos y mejorando la eficiencia.

En la Ilustración 16, podemos observar una fotografía del área de corte y limpieza de la empresa.



Ilustración 16. Fotografía personal. Área de corte y limpieza. Empresa (2024).

Tiempo actual de ciclo: 45 min

Unidades producidas actualmente en 8 horas: 7 unidades

Ratio de producción actual: 7 unidades/8 horas: 0,875

Para aumentar la producción en un 10% queremos producir $7 \times 1.1 = 7.7$ unidades extras, redondeadas a 8 unidades en 8 horas.

El nuevo ratio de producción sería $8 \text{ unidades} / 8 \text{ horas} = 1$

Al aumentar la cantidad de operarios para reducir tiempos muertos se obtiene un mejor flujo dentro de la actividad, mejorando así mismo la organización al trabajar que tienen los operarios.

En la Tabla 12, encontramos los tiempos actuales del área de pintura y el nuevo tiempo con las mejoras aplicadas.

ACTIVIDAD	TIEMPO ACTUAL (min)	MEJORAS APLICADAS	NUEVO TIEMPO (min)	% REDUCCIÓN
Corte manual	35	Rotación de operarios y organización (-3 min)	32	91%
Lijado y pulido	12	Reubicación de herramientas y materiales (-1,5 min)	10,5	88%
Limpieza	4	Optimización de la disposición del área (- 0,5 min)	3.5	88%
Inspección	4	Facilitación del acceso al área (- 0,5 min)	3	75%
TOTAL	55	Reducción de 5,5 min	49	89%

Tabla 12. Reducción de Tiempos en el Proceso de Corte y Limpieza Tras la Mejora. Fuente: Elaborado por autoras.

La reducción de tiempos en cada actividad lograda mediante una mejor organización del espacio, asignación estratégica de tareas y eliminación de tiempos muertos, ha permitido agilizar procesos clave como la eliminación de escoria y la limpieza de la pieza, garantizando una mejor calidad en el producto final.

Como resultado, el tiempo de ciclo total se redujo de 45 a 39.5 minutos, lo que permitió incrementar la productividad en un 10%, alcanzando la meta de producir 8 unidades en una jornada de 8 horas.

1.11. Análisis del Throughput y Takt Time: Impacto de las Mejoras en la Producción

En cuanto al throughput, hay que recordar que la empresa presentaba limitaciones en su flujo de producción debido a cuellos de botella en las áreas de soldadura y corte, lo que restringía el throughput a 6 unidades por jornada. Para mejorar la eficiencia operativa, se implementaron optimizaciones en los tiempos de ciclo de tres áreas clave: soldadura (de 60 a 56 min), pintura (de 55 a 50 min) y corte (de 55 a 49 min).

Como resultado de estas mejoras, el cuello de botella se desplazó al área de montaje final, que, aunque también fue optimizada gracias a las mejoras, se convirtió en la nueva restricción del sistema. Gracias a estos cambios, el throughput aumentó a 8 unidades por jornada, reflejando un mejor aprovechamiento del tiempo y los recursos disponibles.

Este análisis demuestra que la reducción en los tiempos de ciclo tiene un impacto directo en la capacidad productiva, permitiendo un flujo de trabajo más eficiente. Sin embargo, para seguir aumentando la producción a futuro, sería necesario optimizar el proceso de **montaje final**, ya que actualmente es la etapa que determina el ritmo de toda la línea de producción.

Por su parte, el **Takt Time** es el ritmo al que se debe producir un artículo para cumplir con la demanda del cliente. Se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible por la cantidad de unidades que se deben entregar, y sirve como una guía para sincronizar la producción con la demanda.

Para calcular el Takt time, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Demanda del cliente}}$$

Con una jornada de 480 minutos y una demanda del cliente es de 8 unidades diarias, se implica tenemos un Takt Time requerido de:

$$\frac{480 \text{ min}}{8 \text{ unidades}} = 60 \text{ min/unidad}$$

Antes de la mejora:

La planta producía 6 unidades por jornada, lo que significa que el ciclo efectivo era:

$$\frac{480 \text{ min}}{6 \text{ unidades}} = 80 \text{ min/unidad}$$

Como 80 min/unidad supera el Takt Time requerido (60 min/unidad), la producción no lograba cubrir la demanda del cliente.

Después de la mejora:

Con la optimización en soldadura (56 min), pintura (50 min), corte (49 min), el throughput aumenta a 8 unidades por jornada. Esto implica un ciclo de:

$$\frac{480 \text{ min}}{8 \text{ unidades}} = 60 \text{ min/unidad}$$

Ahora, el ciclo de producción se iguala al Takt Time requerido, lo que significa que la planta logra satisfacer la demanda del cliente.

CONCLUSIONES

Se identificaron áreas de menor rendimiento dentro de la planta, como soldadura, pintura y corte, mediante el análisis del layout y el uso de indicadores clave como el throughput y el ratio de producción. Estos resultados evidenciaron la presencia de cuellos de botellas y tiempos muertos que limitaban la eficiencia operativa.

Para enfrentar esta situación, se planteó una redistribución estratégica que integro de forma efectiva los galpones disponibles, logrando optimizar el uso del espacio en un 82% y reducir los tiempos de traslados en un 35%. Esta nueva disposición mejoro el flujo de materiales y elimino recorridos innecesarios que afectaban la continuidad del proceso productivo.

La implementación de metodologías como 5S y 5W1H permitió estandarizar procedimientos, fomentar el orden y la disciplina en el entorno de trabajo, y mejorar la coordinación entre las distintas áreas de la empresa. Estas herramientas fortalecieron la cultura de mejora continua y aportaron significativamente a la eficiencia general.

En conclusión, la propuesta desarrollada aporta soluciones concretas a las deficiencias detectadas y sienta las bases para una operación mas eficiente, organizada y preparada para adaptarse las futuras exigencias del mercado, consolidando una estructura productiva más competitiva y sostenible.

RECOMENDACIONES

1. **Priorizar la redistribución del área de soldadura:** Esta área representa un cuello de botella importante. Reducir tiempos improductivos y optimizar el flujo de materiales en esta etapa ayudará a mejorar significativamente el proceso de producción.
2. **Implementar tecnologías de monitoreo y gestión de procesos:** Utilizar sistemas de gestión de producción permitirá monitorear en tiempo real el rendimiento de cada área y facilitar la identificación de nuevas oportunidades de mejora.
3. **Capacitar al personal en gestión de procesos y seguridad laboral:** Una planta mejor distribuida debe ir acompañada de un equipo capacitado para operar eficientemente en el nuevo entorno, asegurando tanto la productividad como la seguridad de los trabajadores.
4. **Establecer una revisión periódica de indicadores de desempeño:** Monitorear indicadores clave como tiempos de traslado, eficiencia por área y niveles de producción permitirá asegurar el cumplimiento de los objetivos de mejora continua. Esto garantizará la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Referencias

Aldana, I. M. (Enero de 2020). *HCL Ingenierías y Construcción*. Obtenido de <https://www.hlcsac.com/noticias/redistribucion-de-planta/>

D. Jaramillo, J. U. (10 de junio de 2014). *REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN: UN ENFOQUE INTEGRADO*. Obtenido de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77547/1/redistribucion_planta_programacion.pdf

Sydle. (14 de agosto de 2023). *Sydle*. Obtenido de <https://www.sydle.com/es/blog/que-es-optimizacion-de-procesos-6126ac39b060f57604039a57#>

Gómez, R., C Rodríguez, A. (2020). *Gestión del tiempo en la industria*. Editorial Industria Eficiente.

Harrington, H. J. (2018). *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness*. McGraw-Hill Education.

Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. McGraw-Hill Education.

Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to Statistical Quality Control*. Wiley.

Muñoz, L. (2017). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Alfaomega.

Pérez, J. (2018). *Ingeniería de estructuras metálicas: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Técnica.

Smith, M. (2019). *Business Continuity and Crisis Management: A Handbook for Organizations*. Kogan Page.

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., C Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities Planning*. Wiley.

Puig, A. T. (21 de noviembre de 2024). *Universitat Oberta de Catalunya*. Obtenido de <https://blogs.uoc.edu/mel/es/el-rol-del-six-sigma-en-la-optimizacion-de-procesos-empresariales/>

Ambrose, J. &. (2004). Obtenido de *Simplified Design of Steel Structures* : <https://www.wiley.com/en-us/Simplified+Design+of+Steel+Structures%2C+3rd+Edition-p-9780471450370>

Elola, A. V. (31 de octubre de 2024). *MB services*. Obtenido de <https://mbservices.cl/throughput-que-es-y-como-optimizarlo-en-tu-empresa/>

Emeron Process Managment. (2021). Obtenido de <https://www.emerson.com/documents/automation/training-bussch-throughput-101es-es-41714.pdf>

Etchegoyen, J. A. (1967). *Revista de Psicología*. Obtenido de <http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/> FRANCO, F. A. (2019). *DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA TORRE METÁLICA*. Valencia.

Goldratt, E. M. (1992). *A Process of Ongoing Improvement*. Obtenido de <https://www.amazon.com/Goal-Process-Ongoing-Improvement/dp/0884271951>

IESTEL SAS. (2024). Obtenido de <http://iestel.co/productos/estructuras/monopolos/> Quiroa, M. (10 de febrero de 2024). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/areas-funcionales-de-una-empresa.html>

SIDACO. (2021). Obtenido de <https://www.sidaco.com.ar/copia-de-monoposte-facetado#:~:text=Monopolos,bien%20con%20un%20alambre%20o%20C3%ADmpico>.

Ambrose, J. &. (2004). Obtenido de *Simplified Design of Steel Structures* : <https://www.wiley.com/en-us/Simplified+Design+of+Steel+Structures%2C+3rd+Edition-p-9780471450370>

Autores. (2023). *Miro*. Obtenido de <https://miro.com/es/lluvia-de-ideas/que-es-5wh1/>

Creativas, T. (26 de marzo de 2024). *COMPLIT*. Obtenido de <https://escuelacomplot.com/metodo-5wh1-el-p-oder-de-las-preguntas-basicas/>

Editores. (2023). *FemCet*. Obtenido de <https://femcet.com/es/que-es-y-como-se-calcula-la-productividad/#:~:text=Ratio%20de%20Producci%C3%B3n%20Este%20indicador,alcanzar%20su%20m%C3%A1xima%20capacidad%20productiva>.

Edraw. (22 de enero de 2025). *Wondershare edraw*. Obtenido de https://www.edrawsoft.com/es/business-diagram/5whmethod.html?srsId=AfmBOoqDXeexhfKly59iE899A7QpbfJprT6LsAV_DfnMvz9wbxre cZs

Elola, A. V. (31 de octubre de 2024). *MB services*. Obtenido de <https://mbservices.cl/throughput-que-es-y-como-optimizarlo-en-tu-empresa/>

Emerson Process Managment. (2021). Obtenido de <https://www.emerson.com/documents/automation/training-bussch-throughput-101es-es-41714.pdf>

Equipo editorial, E. (23 de octubre de 2024). *Enciclopedia Concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/histograma/>

Etchegoyen, J. A. (1967). *Revista de Psicología*. Obtenido de <http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/> FRANCO, F. A. (2019). *DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA TORRE METÁLICA*. Valencia.

Goldratt, E. M. (1992). *A Process of Ongoing Improvement*. Obtenido de <https://www.amazon.com/Goal-Process-Ongoing-Improvement/dp/0884271951>

IESTEL SAS. (2024). Obtenido de <http://iestel.co/productos/estructuras/monopolos/>

Impulso 06. (2023). Obtenido de <https://impulso06.com/descubre-como-la-tecnica-del-5w1h-te-ayuda-a-mejorar-tus-notas/>

Narvaez, M. (2024). *QuestionPro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-de-ishikawa/>

Quiroa, M. (10 de febrero de 2024). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/areas-funcionales-de-una-empresa.html>

Redator. (20 de mayo de 2019). *Rock Content*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/metodologia-5s/#:~:text=%EF%BB%BF5S%20es%20un%20m%C3%A9todo,un%20alto%20nivel%20de%20productividad>

SafetyCulture. (8 de febrero de 2024). Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/5w1h/>

SIDACO. (2021). Obtenido de <https://www.sidaco.com.ar/copia-de-monopostefacetado#:~:text=Monopolos,bien%20con%20un%20alambre%20ol%C3%ADmpico>

Strikingly . (21 de abril de 2022). Obtenido de <https://es.strikingly.com/content/blog/metodo-5w1h/>

Kaizen Institute . (marzo de 2018). Obtenido de <https://kaizen.com/es/insights-es/guia-definitiva-5s-formacion/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%205S%20en%20la,y%20motivaci%C3%B3n%20de%20los%20equipos>

Pacana, A. &. (2016). *Production Engineering Archives*. Obtenido de http://www.qpij.pl/production-engineering-archives-vol-13-no-4-2016/menu_id/209

Quezada-Torres, W. D.-P. (2015). *Artículos de Acero S.A.* Obtenido de <https://www.redciencia.cu/media/documents/medioambiente2015.pdf>

Zambrano Álvarez, S. M. (2010). *Revista Polo del Conocimiento*. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4120>

Anexos



Estación soldadura 5.4-1



Maquinaria de la empresa 0-1



Maquinaria de la empresa 0-2



Actual maquinaria de soldar 1



Maquinaria de la empresa 0-3



Maquinaria de la empresa 0-5



Montacarga de la empresa 1



Galpón 1 Area productiva de la empresa 1



Entrevista a trabajadores