

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Diseño de mejora de métodos para optimizar los
procesos de fabricación en una empresa
metalmecánica. Arequipa-2024**

Samuel Mullisaca Titi
David Cahui Cutimbo

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Julio Cesar Alvarez Barreda
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 16 de Setiembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Diseño de mejora de métodos para optimizar los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica. Arequipa-2024

Autor:

1.Samuel Mullisaca Titi – EAP. Ingeniería Industrial
2.David Cahui Cutimbo – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (10 PALABRAS): SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

ASESOR

Mg. Julio César Alvarez Barreda

Agradecimiento

Primero, agradecemos a Dios por brindarnos sabiduría, fortaleza y protección a lo largo de nuestra vida universitaria. Un sincero agradecimiento a los docentes formadores, cuyo esfuerzo nos ayudaron a alcanzar este anhelado objetivo. También queremos expresar nuestra gratitud a nuestras familias por su apoyo incondicional y por ayudarnos a cumplir nuestros sueños.

Cahui Cutimbo, David

Mullisaca Titi, Samuel

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a Dios, quien nos dio energía en los momentos más difíciles. También la dedicamos a nuestros padres, quienes nos inculcaron valores y principios, nos enseñaron a cumplir metas y a ser perseverantes para lograr nuestros objetivos.

Cahui Cutimbo, David

Mullisaca Titi, Samuel

ÍNDICE

Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Pregunta general.....	2
1.2.2 Preguntas específicas.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Justificación.....	2
1.4.1 Justificación práctica	2
1.4.2 Justificación económica	3
1.5 Importancia	3
1.6 Delimitación.....	3
1.6.1 Delimitación temporal.....	3
1.6.2 Delimitación espacial	3
1.7 Variables	3
1.7.1 Descripción de variables	3
1.7.2 Operacionalización de variables.....	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Antecedentes internacionales	6
2.1.2 Antecedentes nacionales	8
2.1.3 Antecedentes locales	10
2.2 Bases teóricas	11
2.2.1 Ingeniería de métodos	11
2.2.2 Sector industrial metal mecánica.....	18
2.2.3 Medición y evaluación de resultados	20

2.3	Definición de términos básicos	21
CAPÍTULO III		23
METODOLOGÍA		23
3.1	Método y alcance de la investigación.....	23
3.2	Diseño de la investigación.....	23
3.3	Población y muestra	24
3.3.1	Población.....	24
3.3.2	Muestra.....	24
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.4.1	Técnicas de recolección de datos	24
3.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5	Instrumentos de análisis de datos	25
CAPÍTULO IV		26
DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS.....		26
4.1	Breve descripción de la empresa y sus procesos	26
4.1.1	Historia y evolución	26
4.1.2	Misión y visión.....	26
4.1.3	Estructura organizacional	26
4.1.4	Organigrama.....	27
4.1.5	Principales departamentos y sus funciones	27
4.1.6	Procesos de la empresa.....	28
4.1.7	Descripción de productos y servicios.....	29
4.1.8	Productos principales y servicios ofrecidos	29
4.1.9	Procesos clave de fabricación.....	30
4.1.10	Mercado y clientes	30
4.2	Diagnóstico de la situación actual	31
4.2.1	Descripción del proceso Analizado	31
4.2.2	Tecnología y maquinaria utilizada	36
4.2.3	Análisis de producción y problemas identificados	41
4.3	Identificación de causas de los problemas encontrados	43
4.3.1	Causas potenciales de baja producción	43
4.3.2	Causas de las fallas.....	44
4.3.3	Impacto en la producción	45
4.4	Desarrollo de la propuesta.....	48
4.4.1	Plan de capacitación	48
4.4.2	Nueva distribución del Layout	51
4.4.3	Diagramas propuestos	57

4.4.4	Evaluación de eficiencia y calidad.....	61
4.5	Presupuesto	62
	CONCLUSIONES	66
	RECOMENDACIONES	67
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
	ANEXOS.....	73

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	5
Tabla 2 Componentes del DOP.....	12
Tabla 3 Componentes del DAP.....	13
Tabla 4 Tiempos empíricos del proceso.....	33
Tabla 5 Producción – Primer trimestre.....	41
Tabla 6 Relación entre producción y atrasos.....	42
Tabla 7 Relación entre producción y cantidad de fallas.....	42
Tabla 8 Atrasos y cantidad de fallas.....	43
Tabla 9 Cronograma de capacitaciones.....	50
Tabla 10 Tabla de dimensiones.....	51
Tabla 11 Simbología diagrama de relaciones de actividad.....	52
Tabla 12 Producción estimada y tasa de defectos.....	61
Tabla 13 Resumen de indicadores de la propuesta.....	62
Tabla 14 Resumen de indicadores de la propuesta.....	63

Índice de figuras

Figura 1 Organigrama	27
Figura 2 Diagrama de operaciones del Proceso DOP - Polines	34
Figura 3 Diagrama de Análisis y Procesos DAP - Polines	35
Figura 4 Plano de distribución	39
Figura 5 Diagrama de recorrido del proceso.....	40
Figura 6 Producción – Primer trimestre	41
Figura 7 Diagrama de Ishikawa	47
Figura 8 Tabla relacional	53
Figura 9 Diagrama relacional.....	53
Figura 10 1er alternativa de Layout	55
Figura 11 2da alternativa de Layout.....	56
Figura 12 Diagrama de operaciones propuesto.....	58
Figura 13 Diagrama de actividades propuesto	59
Figura 14 Diagrama de recorrido propuesto	60

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo general diseñar una propuesta de mejora de métodos para optimizar los procesos de fabricación en una empresa metal-mecánica en Arequipa durante el año 2024. Para lograr este objetivo, se han planteado tres objetivos específicos: diagnosticar la situación actual de los procesos de fabricación, identificar las causas de los problemas encontrados y proponer una mejora de métodos para optimizar dichos procesos.

El estudio ha adoptado un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, con el fin de proporcionar una comprensión más completa y detallada del fenómeno en estudio. El diseño de la investigación es no experimental y de corte transversal, recopilando datos en un único momento para describir variables y analizar su impacto y relación en la situación específica estudiada. La propuesta integral diseñada tiene como objetivo transformar los procesos de fabricación en la empresa metal mecánica, mediante la implementación de un plan de capacitación estructurado que fortalezca las habilidades del personal, la aplicación del método SLP para rediseñar el Layout de la planta y la aplicación de la ingeniería de métodos a través de sus principales diagramas como herramientas visuales para guiar la optimización de los procesos.

Esta iniciativa se enfoca en mejorar significativamente la eficiencia operativa y la calidad del producto final, asegurando así una mayor competitividad y satisfacción del cliente. Donde la evaluación de la propuesta reveló una clara mejora en la propuesta, donde se destaca que la eficiencia mejora de 75.9% a 85.97%, y la tasa de defectos se reduce en un 2% en términos medibles sin considerar el efecto del plan de capacitación propuesto.

Palabras claves: Optimización, Ingeniería de métodos, Procesos de fabricación

ABSTRACT

The general objective of this research is to design a proposal to improve methods to optimize manufacturing processes in a metal-mechanical company in Arequipa during the year 2024. To achieve this objective, three specific objectives have been set: diagnose the current situation of the manufacturing processes, identify the causes of the problems encountered and propose an improvement in methods to optimize said processes.

The study has adopted a mixed approach, combining qualitative and quantitative methods, in order to provide a more complete and detailed understanding of the phenomenon under study. The research design is non-experimental and cross-sectional, collecting data at a single moment to describe variables and analyze their impact and relationship in the specific situation studied. The comprehensive proposal designed aims to transform the manufacturing processes in the metal mechanics company, through the implementation of a structured training plan that strengthens the skills of the personnel, the application of the SLP method to redesign the Layout of the plant and the application of diagrams as visual tools to guide process optimization.

This initiative focuses on significantly improving operational efficiency and the quality of the final product, thus ensuring greater competitiveness and customer satisfaction. Where the evaluation of the proposal revealed a clear improvement in the proposal, where it is highlighted that efficiency improves from 75.9% to 85.97%, and the defect rate is reduced by 2% in measurable terms without considering the effect of the training plan proposed.

Keywords: Optimization, Method engineering, Manufacturing processes

INTRODUCCIÓN

La optimización de los procesos de fabricación en la industria metal-mecánica es crucial para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la calidad de los productos. En el contexto actual de alta competencia y demanda de productos de alta calidad, las empresas deben encontrar formas de mejorar sus métodos de producción para mantenerse competitivas. Este trabajo se centra en la mejora de los procesos de fabricación en una empresa metal-mecánica de Arequipa, abordando problemas específicos de eficiencia y calidad.

El problema principal identificado en esta investigación es la ineficiencia en los procesos de fabricación, que se traduce en tiempos de producción elevados, alta tasa de defectos y baja productividad. Para abordar este problema, se adopta un enfoque integral que incluye el diagnóstico de la situación actual, la identificación de las causas de los problemas y la propuesta de mejoras basadas en metodologías reconocidas en la ingeniería de métodos. Este documento está estructurado en varios capítulos para proporcionar una visión completa del estudio. En el Capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación y la justificación de la misma. El Capítulo II cubre el marco teórico, proporcionando antecedentes y bases teóricas relevantes. El Capítulo III describe la metodología utilizada, incluyendo el diseño de la investigación, la población y muestra, y las técnicas de recolección de datos. En el Capítulo IV, se realiza el diagnóstico de la situación actual de la empresa, seguido de la identificación de las causas de los problemas y el desarrollo de una propuesta de mejora, que incluye un plan de capacitación, una nueva distribución del layout y la implementación de diagramas propuestos. Finalmente, el documento concluye con las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas. Este estudio tiene como objetivo final diseñar una propuesta de mejora de métodos para optimizar los procesos de fabricación en la empresa metal-mecánica, contribuyendo así a mejorar la eficiencia operativa y la calidad de los productos, asegurando una mayor satisfacción del cliente y un posicionamiento más sólido en el mercado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento del problema

Las industrias de procesamiento de metales y fabricación mecánica juegan un papel crucial en el panorama industrial global y latinoamericano. Según Dutta y Choudhury (2022) estos sectores engloban diversas actividades relacionadas con la transformación, laminación y extrusión metálica, con un importante foco en la producción de hierro y acero. Dichos procesos de fabricación en las industrias metalmeccánico, son vitales para sostener la economía industrial, con debates sobre el flujo de energía y materiales, la sostenibilidad y las oportunidades de crecimiento de diversas industrias. Las empresas del sector metalmeccánico buscan constantemente la eficiencia a través de procesos de producción bien definidos, buscando la mejora continua, la reducción de costos y la satisfacción de las necesidades de los clientes. Ya que hoy en día la tecnología y la industria tiene un ritmo acelerado en el ámbito metal mecánica, la innovación pone en competencia a empresas del rubro, siendo el más solicitado por pequeñas, medianas y grandes industrias (Ruralvía, 2023, p.1).

En la ciudad de Arequipa, específicamente en el sector de empresas metal mecánicas, existe una notable carencia en la implementación de diseño de métodos o certificaciones de calidad. La mayoría de estas empresas operan de manera experimental y carecen de procesos estandarizados, lo que en muchos casos resulta en cierres prematuros debido a dificultades para mantener ventas consistentes.

En el caso particular de la empresa en estudio durante el año 2023 y el primer trimestre del 2024, se identificaron retrasos significativos en las entregas a proveedores, afectando aproximadamente el 20% de la producción total. Además, se registraron observaciones relacionadas con acabados tanto en la entrega como en la puesta en marcha de los productos, lo que generó devoluciones y necesidad de reparaciones adicionales. Esta empresa metal mecánica, con seis años de operación en Arequipa, ha experimentado dificultades en sus resultados según

los informes recientes. Por tanto, se propone una mejora sustentada en la ingeniería de métodos para optimizar los procesos de producción principales, enfocándose en identificar y corregir problemáticas como errores en el ensamble de productos, soldaduras deficientes y problemas de calidad en la pintura.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Pregunta general

¿En qué medida el diseño de mejora de métodos optimizará los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica Arequipa,2024?

1.2.2 Preguntas específicas

- a) ¿Cuál es la situación actual de los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica Arequipa,2024?
- b) ¿Cuáles son las causas de los problemas encontrados en los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica Arequipa,2024?
- c) ¿Qué mejoras se pueden proponer en los procesos de fabricación de una empresa metal mecánica?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora de métodos para optimizar los procesos de fabricación en una empresa metal-mecánica en Arequipa-2024.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Diagnosticar la situación actual de los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica. Arequipa-2024.
- b) Identificar las causas de los problemas encontrados en la empresa metal mecánica. Arequipa-2024.
- c) Proponer una mejora de método para optimizar los procesos de fabricación en empresa metal mecánica. Arequipa-2024.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica

La justificación práctica de este proyecto radica en mejorar la eficiencia en los procesos de fabricación de una empresa metal-mecánica en Arequipa, específicamente en el área de armado de estructuras y soldadura. Optimizando el tiempo de producción para cumplir con los plazos previstos y entregar productos a los clientes dentro de los tiempos acordados, lo que mejorará la competitividad de la empresa. Esta mejora no

solo busca optimizar procesos, sino también mejorar la calidad, gestionar el tiempo de manera eficiente y aumentar la satisfacción del cliente, aspectos cruciales para el crecimiento y éxito en el mercado.

1.4.2 Justificación económica

El presente trabajo se justifica económicamente, ya que la empresa podrá reducir el trabajo en horas extras y disminuirá los costos de producción. Esto, a su vez, se traducirá en un aumento de los ingresos al mejorar la eficiencia operativa y garantizar la entrega puntual de los productos, lo que impactará positivamente en la rentabilidad general de la empresa.

1.5 Importancia

La importancia de esta investigación radica en su contribución al sector metal-mecánico de Arequipa al proponer una mejora significativa en los procesos de fabricación a través del diseño de una propuesta basada en la ingeniería de métodos. Esta propuesta busca no solo optimizar la eficiencia y calidad de los productos fabricados, sino también mejorar la competitividad de la empresa en un mercado cada vez más exigente y dinámico. Al implementar este enfoque de mejora, la empresa podrá reducir costos, minimizar tiempos de producción y aumentar la satisfacción del cliente, aspectos fundamentales para su crecimiento y consolidación en el sector.

1.6 Delimitación

1.6.1 Delimitación temporal

La presente investigación se realizará durante los meses de enero a marzo 2024.

1.6.2 Delimitación espacial

Este estudio se llevará a cabo en una empresa del sector metal-mecánico ubicada en Arequipa, Perú. Tanto la recolección de datos como el análisis de la empresa seleccionada se realizarán en esta ciudad.

1.7 Variables

1.7.1 Descripción de variables

a) Variable independiente: Propuesta de mejora

Una propuesta de mejora de métodos en una empresa metal mecánica implica implementar estrategias para mejorar la productividad, los niveles de servicio y el cumplimiento de la entrega al tiempo que se abordan las

preocupaciones ergonómicas asegurando un ambiente de trabajo seguro y saludable para los empleados (Seminario y Soto, 2022, p.2).

b) Variable dependiente: Procesos de fabricación

Los procesos de fabricación en el contexto de la industria metalmeccánica abarcan diversas técnicas esenciales para convertir materias primas en productos metálicos deseados, desempeñando un papel crucial en el desarrollo industrial y social. Estos procesos incluyen fundición, forja, soldadura, extrusión, hilado, metalurgia energética y mecanizado para lograr las formas y propiedades deseadas de las piezas metálicas (Zhang y Zhao, 2022, p.2).

1.7.2 Operacionalización de variables

El cuadro de operacionalización de variables presenta dos variables principales: la variable independiente, "Propuesta de Mejora," y la variable dependiente, "Procesos de fabricación." La "Propuesta de Mejora" se mide a través de las dimensiones de "diagramas", "capacitación" y "método SLP" con indicadores como el tiempo de ciclo, de espera, de operación, la eficiencia del proceso, horas de capacitación, utilización del espacio y el Layout propuesto. La variable dependiente, "Procesos de fabricación," se evalúa mediante las dimensiones de "eficiencia" y "calidad," con indicadores como el tiempo de producción, inventario en proceso, tasa de utilización de recursos y tasa de defectos. Este cuadro permite evaluar cómo la propuesta de mejora influye en la eficiencia y calidad de los procesos de fabricación en la empresa.

Tabla 1*Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE		
Propuesta de mejora	Diagramas (DOP, DAP)	- Tiempo de ciclo - Tiempo de espera - Tiempo de operación - Eficiencia del proceso
	Capacitación	- Porcentaje de cumplimiento del programa de capacitación
	Método SLP	- Layout
VARIABLE DEPENDIENTE		
Procesos de fabricación	Eficiencia	- Tiempo de ciclo - Eficiencia del proceso
	Calidad	- Tasa de defectos

Fuente. Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.8 Antecedentes de la investigación

1.8.1 Antecedentes internacionales

En la investigación “Propuesta de rediseño para mejorar la competitividad en una empresa metalmecánica de Guayaquil. 2023 “presentada por Celleri (2023), planteó como objetivo proponer el rediseño operativo mediante la optimización del tiempo para mejorar la competitividad en una empresa metalmecánica de Guayaquil. La investigación fue de enfoque cualitativo y cuantitativo, de tipo descriptivo, diseño no experimental y nivel aplicada. Se empleó el método inductivo-deductivo. Como técnicas se emplearon la encuesta y la observación, a nivel de instrumentos: cuestionario y guía de observación, respectivamente. Los resultados evidenciaron las deficiencias en los factores sistémicos, la capacidad operativa y la gestión de costos. finalmente se concluyó con una propuesta para mejorar la competitividad que incluyó una serie de plantillas para optimizar la planificación, mantenimiento, seguimiento y control de las operaciones.

Además, la investigación de Roncancio y Cabeza (2023), titulada "Diseño de propuesta de mejora para el proceso de producción en la panadería Ruby mediante un estudio de métodos y tiempos", que tuvo como objetivo diseñar una propuesta de mejora para el proceso de producción de pan hojaldrado en la panadería Ruby. Utilizando un enfoque descriptivo, el estudio empleó entrevistas y análisis documental para identificar y analizar las deficiencias en el proceso. Los resultados mostraron una reducción del tiempo del proceso de 9575 a 8925 segundos y una disminución de las distancias del flujo de 40.97m a 34.84m, lo cual mejoró la eficiencia operativa y la productividad. Las conclusiones indican que la propuesta

optimizó significativamente el proceso de producción, reduciendo costos operativos y mejorando la comodidad y seguridad de los trabajadores.

Así mismo, el estudio presentado por Daza (2021), titulado "Diseño de una Propuesta para Mejorar el Proceso Productivo en la Empresa Manufacturas para Cereales S.A. mediante Herramientas Lean Manufacturing" tuvo como objetivo diseñar una propuesta de mejora aplicando herramientas Lean en la línea de hojuelas de maíz azucaradas en la Empresa Manufacturas para Cereales S.A. La metodología utilizada se centró en un diseño de investigación de campo y documental, ejecutado a partir de un caso de estudio. Las actividades se resumieron y alinearon con cada objetivo, utilizando la herramienta de análisis documental. Los resultados mostraron una reducción del takt time en un 37% y del tiempo de procesamiento en un 48.8%, mejorando significativamente el sistema productivo. Se concluye que establecer métodos de medición y utilizar indicadores de gestión y tableros de control es esencial para identificar y comunicar oportunidades de mejora, demostrando el impacto positivo de las técnicas Lean en la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta al cliente.

Por su parte, Gallego y Pabon (2023) desarrollaron un estudio titulado "Propuesta de mejoramiento para reducir el tiempo de producción y entrega de los productos que se fabrican con mayor rotación en una empresa metalmecánica", cuyo objetivo general fue diseñar una propuesta aplicando herramientas de Lean Manufacturing para minimizar los tiempos de fabricación y entregas de los productos de alta rotación. La metodología empleada fue descriptiva, analítica y cuantitativa, utilizando herramientas como el VSM para identificar procesos con mayor tiempo y sin valor agregado. Se concluyó que la falta de stock y la ineficiencia en la gestión de inventario eran causas clave de incumplimiento en los tiempos de entrega. Se propusieron mejoras significativas en los procesos de almacén y despachos, con estimaciones de reducción de tiempos que podrían llevar a una mejora del 50% en el ciclo total de fabricación.

En contraste, la investigación "Optimización del aprovechamiento de perfiles de acero en procesos de producción" presentada por Márquez, Hernández y Domínguez (2022). Con el objetivo principal es reducir la merma en el uso de perfiles de acero mediante un algoritmo de generación de columnas y la adecuación mecánica de una herramienta de corte. La metodología utilizada es comparativa, evaluando el costo de la merma en dos escenarios: el actual y uno mejorado según la propuesta y adaptación mecánica. Los resultados muestran una reducción significativa en la merma, pasando de un 9.23% en el proceso actual a un pronóstico de 4.84% con la propuesta de mejora. Esto representa una disminución del desperdicio de acero en un 4.384%, lo que tendría un impacto positivo en

el rendimiento de la empresa estudiada y podría convertirse en una ventaja competitiva notable.

En la investigación “Estandarización del proceso de confección, a través de la ingeniería de métodos, para aumentar la productividad, en una empresa del ramo textil en el estado de Puebla” presentada por Velázquez, Fierro y Chaves (2020). El objetivo del presente trabajo es determinar el estándar del proceso de confección, a través de la ingeniería de métodos, para aumentar la productividad en una empresa del ramo textil, dedicada a la fabricación de ropa deportiva. El resultado de esta investigación muestra un resultado positivo, entre el establecimiento de un estándar y el aumento de la productividad.

1.8.2 Antecedentes nacionales

La investigación presentada por Mariategui y Tapia (2020) titulada "Propuesta de mejora basada en la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la fabricación de husillos de cobre en la empresa Tamefisa" tuvo como objetivo principal elaborar una propuesta de mejora para incrementar la productividad. Con un enfoque cuantitativo y aplicada, la investigación busca resolver problemas reales basándose en datos numéricos. Es de tipo descriptiva, longitudinal y con un diseño cuasi experimental, recolectando datos mediante entrevistas y observación directa. Los resultados iniciales mostraron problemas en el tiempo de ciclo y la productividad en la empresa. La propuesta de mejora basada en ingeniería de métodos logró reducir el tiempo de ciclo y aumentar la productividad, generando un impacto económico positivo y mejorando la eficiencia de la empresa.

Al igual que, la investigación presentada por Casimiro y Miranda (2022) titulada "Implementación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la línea de operaciones en una empresa metal mecánica", tuvo como objetivo mejorar la productividad en el área de operaciones mediante la aplicación de la ingeniería de métodos, utilizando una metodología aplicada y un diseño experimental, el estudio se llevó a cabo entre marzo y mayo de 2022, con análisis comparativos posteriores hasta agosto de 2022. Los principales instrumentos utilizados incluyeron el análisis de actividades, tiempos y flujo de productos. Los resultados mostraron una disminución del 34.09% en las actividades de los operarios, una reducción del 19.34% en tiempos improductivos y una reducción del 21.59% en el tiempo de flujo de productos. Las conclusiones indican que la implementación de la ingeniería de métodos mejoró significativamente la eficiencia y productividad de la empresa.

Por otro lado, la investigación de Giuttari (2021) titulada "Diseño y distribución de planta para mejorar la productividad del proceso de fabricación de estructuras metálicas en una empresa metalmeccánica" tiene como objetivo principal mejorar la fabricación de estas

estructuras mediante el rediseño y la distribución de la planta. Este estudio aplicado y cuantitativo utiliza la recolección de datos a través de observaciones directas, encuestas y análisis de documentos. Los resultados indican que la distribución previa de la planta presentaba problemas de eficiencia y espacio, lo que afectaba negativamente la productividad. Tras la implementación del nuevo diseño, se observó una mejora significativa en la eficiencia, utilización del espacio y la productividad, incrementando esta última del 69.1% al 81.2%. El análisis de flujo de caja arrojó resultados positivos en tres escenarios diferentes, demostrando la viabilidad económica del proyecto.

Por último, la investigación realizada por Medina (2023) titulada “Propuesta de mejora del proceso de Producción de Winches de Izaje para incrementar la entrega a tiempo de sus pedidos usando herramientas Lean y de control de procesos en la industria metalmecánica” El objetivo fue aplicar un modelo basado en herramientas Lean y Control de Procesos para optimizar el rendimiento y la producción de winches de izajes en el sector metalmecánico. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, centrada en la mejora continua de las operaciones industriales, y el nivel de investigación se enfocó en la implementación práctica de las herramientas mencionadas. Para la recolección de datos se emplearon técnicas como análisis documental y observación directa en el proceso de fabricación. Los resultados obtenidos tras la aplicación de las herramientas demostraron un aumento de la productividad en más del 10% y un ahorro en costos de más del 40%, evidenciando la eficacia de las herramientas Lean adaptadas al sector metalmecánico para lograr mejoras significativas en la eficiencia operativa y la reducción de costos. La conclusión principal es que estas herramientas son una excelente opción para impulsar la mejora continua en las operaciones de fabricación de equipos como los winches de izajes.

Por su parte Córdova (2021), en su investigación “Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo - 2020”, tiene como objetivo principal demostrar cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo – 2020. La formulación del problema materia de investigación es ¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo - 2020?, donde la hipótesis fue que la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo–2020.

Así mismo, Chipana y Ruiz (2020) en su investigación “Aplicación de la Ingeniería de Métodos para Aumentar la Producción de Poleras en el Area de Costura en una Empresa Textil”, con el objetivo principal de encontrar un método, usando las herramientas y

técnicas proporcionadas por la ingeniería de métodos, para mejorar la producción de poleras en el área de costura de una empresa textil, afectada por la baja eficiencia de producción y tiempos excesivos de proceso de costura; además de una reducción de personal por la coyuntura sanitaria del COVID-19. Para la investigación se siguió un enfoque cuantitativo, correlacional y de tipo cuasi experimental. De este modo, se procedió a recolectar datos, a través de observaciones, y hacer mediciones de la operación, para proponer una mejora de método en el proceso de costura; la cual fue aplicada en un grupo de la misma área motivo de estudio en las mismas condiciones, para luego medir los resultados de las muestras y hacer comparaciones. La implementación de la mejora en el proceso de costura, el cual consiste en agrupar operaciones que se puedan realizar al mismo tiempo, logró aumentar la eficiencia del tiempo de costura en un 27.46%, así como el índice de producción en un 26.09%. Con este último indicador, se evidencia un aumento en la producción, objetivo principal del estudio.

1.8.3 Antecedentes locales

La investigación de Mamani (2024) titulada "Propuesta de mejora en la fabricación de tanques de almacenamiento para optimizar el proceso productivo en una empresa metalmecánica en Arequipa" se centra en diseñar una propuesta de mejora para optimizar los procesos de fabricación en una empresa metalmecánica. Con un enfoque metodológico descriptivo y explicativo, y un diseño no experimental, la investigación recolecta datos mediante observación directa, entrevistas, encuestas, análisis de registros y documentos existentes. Los resultados muestran que la propuesta de mejora optimiza los procesos de corte, soldadura y pintado, reduciendo los tiempos de producción y costos operativos. Las conclusiones indican que la propuesta mejora significativamente la eficiencia operativa y la calidad del producto final, con una inversión viable y un impacto positivo esperado.

La investigación de Torres (2020) titulada "Propuesta de Mejora del Proceso Productivo Metalmecánico de una Empresa Dedicada a la Fabricación de Termas Solares para la Optimización en la Productividad, Arequipa 2019", tuvo como objetivo principal elaborar una propuesta de mejora del proceso productivo de la Empresa "SUPERSOL" para optimizar la fabricación de termas solares, utilizando observación en planta, entrevistas no estructuradas y análisis de registros. Los resultados fueron significativos: aumentaron las compras planificadas del 0% al 70%, la capacitación mensual a 21 horas, y los mantenimientos programados a 30 al mes. Además, la productividad se incrementó de 15 a 32 termas mensuales. La propuesta concluyó con la implementación de políticas de gestión de inventarios, optimización de la distribución de planta, y la aplicación de las 5S.

Por último, la investigación de Nuñez (2023), titulada "Propuesta de mejora de los procesos de confección de la empresa textil RMZA Inversiones mediante ingeniería de métodos para

incrementar la productividad", tuvo como objetivo mejorar los procesos de confección para aumentar la productividad. Utilizando una metodología mixta (cuantitativa y cualitativa) y técnicas como la observación directa, entrevistas y análisis documental, se diagnosticó la productividad actual y se propusieron mejoras. Los resultados mostraron que la implementación de la propuesta aumentaría la productividad de 0.077 a 0.085, reduciría el tiempo de producción y los costos de mano de obra, y eliminaría los reprocesos. La estandarización de procesos, el estudio de tiempos, el balance de línea y la aplicación de las 5S fueron clave para estos logros. Concluyendo que la propuesta de mejora es significativa para la empresa con una inversión viable y un impacto positivo esperado.

1.9 Bases teóricas

1.9.1 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos es una disciplina enfocada en diseñar, construir y adaptar métodos, técnicas y herramientas para el desarrollo de sistemas de información. Según Montoya et al., (2020), nos dicen que implica formalizar y estructurar pasos para lograr objetivos específicos de manera sistemática, ayudando en la creación, adaptación y ejecución de métodos. La ingeniería de métodos desempeña un papel crucial en varios ámbitos, como las células de fabricación, donde puede reducir el tiempo de inactividad, mejorar la productividad y optimizar los procesos teniendo en cuenta las interacciones hombre-máquina.

Además, en el contexto de la Reingeniería de Procesos de Negocio (BPR), la ingeniería de métodos situacionales se utiliza para desarrollar metodologías personalizadas adaptadas a características organizacionales específicas, mejorando las prácticas de BPR y sirviendo como base para futuras investigaciones en el campo (Henderson, 2013).

A pesar de los beneficios de la ingeniería de métodos, desafíos como la complejidad teórica y la falta de soporte de software obstaculizan su adopción industrial generalizada.

Considerando que el Lean Manufacturing y la Ingeniería de Métodos son dos enfoques clave en la optimización de procesos industriales ya que comparten el objetivo de optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la calidad. Ambos enfoques pueden complementarse para lograr una producción más eficiente y competitiva, razón por la cual pueden utilizar herramientas similares para lograr la optimización de procesos.

Según Villavicencio, Soler y Bernabeu (2017), algunas herramientas para optimizar procesos pueden ser técnicas utilizadas a mantener y mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos productivos.

Además, el análisis de procesos y flujos de trabajo es una práctica esencial en la gestión operativa de cualquier organización, ya que permite una comprensión profunda y detallada

de cómo se llevan a cabo las actividades internas. Esta técnica se centra en identificar, documentar y evaluar los procedimientos utilizados en la producción de bienes o servicios. Al emplear herramientas como el diagrama de flujo y el mapeo de procesos, los equipos pueden visualizar claramente la secuencia de pasos que conforman un proceso, así como las interacciones entre diferentes etapas y recursos involucrados.

Además, el análisis de procesos ayuda a identificar posibles cuellos de botella, redundancias, tiempos de espera y actividades que no agregan valor, lo que permite a las organizaciones optimizar sus operaciones y mejorar su eficiencia. Al comprender mejor cómo se llevan a cabo las tareas dentro de la empresa, los gerentes pueden tomar decisiones más informadas sobre cómo asignar recursos, implementar mejoras y diseñar estrategias para lograr los objetivos empresariales. En última instancia, el análisis de procesos y flujos de trabajo es una herramienta poderosa para impulsar la innovación, la calidad y la competitividad en el mercado, ya que fomenta una cultura de mejora continua y optimización en toda la organización. (Bartley y Daiker, 2022).

2.2.1.1 Diagramas principales




En la ingeniería de métodos, los diagramas principales como el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) y el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) son herramientas esenciales para entender y mejorar los procesos de fabricación y servicios. Según Crow, (2024) estos diagramas ayudan a visualizar el flujo de materiales, identificar ineficiencias y optimizar el desempeño del sistema.

Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

El Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) es una representación gráfica que muestra la secuencia de operaciones y las inspecciones que se realizan en un proceso de fabricación o servicio. Este diagrama es útil para visualizar y analizar cada paso del proceso, desde la recepción de materias primas hasta el producto final.

Tabla 2

Componentes del DOP

Actividad	Símbolo	Descripción
		Operaciones
		Inspecciones
		Inspección Operación

Fuente. Elaboración propia

Beneficios del DOP:







- Identificación de ineficiencias: Ayuda a detectar operaciones redundantes o innecesarias.
- Mejora del flujo de trabajo: Facilita la reorganización del proceso para reducir el tiempo de ciclo y los costos.
- Documentación del proceso: Proporciona una visualización clara y detallada del proceso para fines de entrenamiento y análisis.

Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)

El Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) es una herramienta más detallada que el DOP y se utiliza para descomponer las operaciones en sus componentes básicos. Incluye todos los detalles relacionados con el movimiento, almacenamiento, inspección, demora y actividades operativas.

Tabla 3

Componentes del DAP

Actividad	Símbolo	Descripción	
		Operaciones	Indican las actividades principales donde se transforma el material o se añade valor
		Inspecciones	Indican los puntos donde se verifica la calidad o se inspecciona el trabajo
		Inspección Operación	Actividad combinada de operación e Inspección
		Transportes	Representados por flechas, muestran el movimiento del material de un lugar a otro.
		Almacenamientos	Indica lugares donde el material se guarda o almacena.
		Demoras	Representadas por la letra D, indican tiempos de espera en el proceso

Fuente. Elaboración propia

Beneficios del DAP:

- Análisis detallado: Proporciona una vista granular del proceso, permitiendo identificar oportunidades para la reducción de tiempos y costos.
- Optimización del movimiento: Ayuda a reducir el tiempo y los costos asociados con el transporte y almacenamiento.

- Mejora de la calidad: Facilita la identificación de puntos críticos de inspección y control de calidad.

Dentro de sus aplicaciones, se utiliza para la optimización del Layout, ambos diagramas son útiles para rediseñar la disposición de las instalaciones, mejorando el flujo de trabajo y reduciendo tiempos de transporte. Además, capacitación y documentación: Proveen una herramienta visual para entrenar al personal y documentar procedimientos operativos estándar.

2.2.1.2 Aplicaciones y beneficios

El principal objetivo de la ingeniería de métodos es mejorar la forma en que se realiza el trabajo, buscando reducir costos, aumentar la calidad de los productos o servicios, reducir los tiempos de producción y mejorar las condiciones de trabajo. Según Affonso (2023), menciona que buscando desarrollar métodos de trabajo eficientes y seguros, particularmente las células de fabricación como parte de dichos métodos representa un papel importante en la optimización de procesos.

Además, las células de fabricación son una configuración organizativa en la que equipos de máquinas y operarios trabajan juntos para fabricar una familia de productos de manera eficiente. Según Alimian (2020) La ingeniería de métodos juega un papel crucial en la optimización de estas células, ofreciendo varios beneficios significativos, como:

Reducción del tiempo de inactividad

- A. Análisis de procesos: Mediante un análisis detallado de los procesos, la ingeniería de métodos puede identificar y eliminar cuellos de botella, reducir los tiempos de cambio y minimizar las interrupciones.
- B. Mantenimiento preventivo: Implementar programas de mantenimiento preventivo y predictivo asegura que las máquinas funcionen de manera continua y eficiente, reduciendo el tiempo de inactividad no planificado.
- C. Balanceo de líneas: Al equilibrar las cargas de trabajo entre las distintas estaciones de trabajo, se pueden evitar acumulaciones y tiempos muertos, asegurando un flujo de producción constante.

Mejora de la productividad

- D. Estudio de tiempos y movimientos: La ingeniería de métodos utiliza estudios de tiempos y movimientos para identificar y eliminar movimientos innecesarios, simplificando tareas y aumentando la eficiencia de los operarios.
- E. Estandarización de procedimientos: Establecer procedimientos estándar para las tareas operativas reduce la variabilidad y mejora la consistencia y velocidad del trabajo.
- F. Capacitación y formación: Proporcionar a los operarios capacitación continua basada en los métodos optimizados que asegura el seguimiento de las mejores prácticas, lo que resulta en una mayor productividad.

Optimización de los procesos considerando las interacciones hombre-máquina

- G. Ergonomía: La ingeniería de métodos tiene en cuenta principios ergonómicos para diseñar estaciones de trabajo que minimicen el esfuerzo físico y el riesgo de lesiones, mejorando la comodidad y eficiencia del operario.
- H. Automatización y tecnología: Integrar tecnologías avanzadas, como la automatización y los robots colaborativos (cobots), optimiza las interacciones entre el hombre y la máquina, permitiendo una producción más rápida y precisa.
- I. Diseño de Layout: Un diseño de layout eficiente asegura que las máquinas y herramientas estén dispuestas de manera lógica y accesible, reduciendo el tiempo de desplazamiento y mejorando el flujo de trabajo.

Debido a que la ingeniería de métodos aplicada a las células de fabricación resulta en una reducción significativa del tiempo de inactividad, un aumento notable en la productividad y una optimización integral de los procesos. Al considerar las interacciones hombre-máquina, se garantiza que tanto los operarios como las máquinas operen de manera eficiente y segura, contribuyendo al éxito general de la operación de fabricación.

Particularmente, el método Systematic Layout Planning (SLP) es una técnica aplicada dentro de la ingeniería de métodos. El SLP se utiliza específicamente para diseñar y mejorar el diseño de las instalaciones de producción, como fábricas, almacenes o plantas de manufactura. Este método se centra en organizar los diferentes elementos de una instalación, como maquinaria, equipos, áreas de trabajo y espacios de almacenamiento, de manera óptima para mejorar la eficiencia operativa y la productividad.

2.2.1.3 Método Systematic Layout Planing (SLP)

El método Systematic Layout Planning (SLP) es una técnica estructurada y sistemática utilizada en la planificación y diseño de layouts en entornos industriales. Fue desarrollado por Muther (1968) y es ampliamente aplicado en la ingeniería de métodos para optimizar la disposición de las instalaciones, reducir los costos operativos y mejorar la eficiencia de los procesos productivos.

Según Cruz-Solís (2022) el método de planificación sistemática del diseño (SLP) es una técnica organizada para planificar el diseño de las instalaciones, con el objetivo de optimizar el espacio y los recursos de manera efectiva. Consta de cuatro fases principales: identificar, evaluar y visualizar elementos y áreas a distribuir, determinar las relaciones de cercanía entre actividades, seleccionar las mejores alternativas de diseño en función de diversos criterios y diseñar el diseño final.

El Método Systematic Layout Planning es una herramienta clave dentro del campo de la ingeniería de métodos, utilizada para mejorar la distribución física de las instalaciones industriales. En concordancia Cruz-Solis (2022) y Fajar (2023), menciona que el método SLP se basa en una serie de pasos metódicos que permiten analizar y organizar el espacio disponible de manera eficiente, teniendo en cuenta diversos factores y restricciones. A continuación, se detallan las fases principales del SLP:

I. Recolección de datos

Partiendo del análisis de las actividades, En esta fase inicial, se identifican y describen todas las actividades que se llevarán a cabo en el espacio a planificar. Esto incluye la producción, el almacenamiento, la manipulación de materiales, las oficinas y otros servicios de apoyo. Se recopilan datos específicos sobre cada actividad, como el volumen de producción, los requisitos de espacio y las necesidades de recursos.

Se determinan los requerimientos espaciales de cada actividad, incluyendo las dimensiones físicas de los equipos y las áreas de trabajo, así como las necesidades de almacenamiento y circulación. Esta información es fundamental para planificar un Layout que satisfaga todas las necesidades operativas.

II. Análisis de relaciones

Se utilizan diagramas de relaciones para representar gráficamente la interdependencia entre las diferentes actividades. Estos diagramas, también conocidos como "diagramas de afinidad" o "diagrama de relaciones de actividad", muestran cómo se conectan las actividades entre sí y qué tan cercanas deben estar

ubicadas unas de otras para optimizar el flujo de materiales y minimizar el tiempo de desplazamiento.

Se evalúan los flujos de materiales, personas e información entre las distintas actividades. Esto ayuda a identificar las relaciones críticas que deben ser consideradas al diseñar el Layout. El objetivo es minimizar las distancias de transporte y los tiempos de espera, mejorando así la eficiencia operativa.

III. Generación de alternativas de Layout

Con base en los datos recolectados y el análisis de relaciones, se generan múltiples alternativas de Layout. Cada alternativa debe cumplir con los requerimientos espaciales y de flujo identificados anteriormente. Estas alternativas son evaluadas en términos de su viabilidad y eficiencia.

Se utilizan criterios específicos para evaluar cada alternativa de Layout. Estos criterios pueden incluir la flexibilidad, la facilidad de expansión, los costos de implementación, la seguridad y la ergonomía. Las alternativas se comparan y se seleccionan las más prometedoras para un análisis más detallado.

IV. Selección y optimización del Layout

Se selecciona el Layout que mejor cumple con los objetivos establecidos y que ofrece el mayor beneficio en términos de eficiencia operativa y costo-efectividad. Esta selección se basa en un análisis detallado de las ventajas y desventajas de cada alternativa.

Una vez seleccionado el Layout óptimo, se realizan ajustes y refinamientos para abordar cualquier problema identificado durante la evaluación. Esto puede incluir la reubicación de ciertas actividades, la ampliación de áreas específicas o la modificación de los flujos de materiales.

V. Implementación

Se desarrolla un plan detallado para la implementación del nuevo Layout. Este plan incluye un cronograma de actividades, la asignación de recursos, la capacitación del personal y las medidas de control de calidad para garantizar una transición sin problemas.

Se lleva a cabo la implementación del Layout planificado, supervisando de cerca el progreso y realizando ajustes según sea necesario. Es fundamental monitorear el desempeño del nuevo Layout para asegurarse de que cumple con los objetivos de eficiencia y mejora operativa.

1.9.2 Sector industrial metal mecánica

El sector industrial metal-mecánico engloba una amplia gama de industrias involucradas en el procesamiento de metales, la fabricación mecánica y la producción de maquinaria, desempeñando un papel crucial en diversos sectores como el de la automoción y el de la aeronáutica (Rivas, 2024). Este sector incluye la industria siderúrgica, que sirve de base fundamental para otras industrias al proporcionar materias primas para procesos industriales. Según Casimiro y Miranda (2022), las pequeñas y medianas empresas de este sector contribuyen significativamente a la actividad económica, con un enfoque en el desarrollo tecnológico, la innovación y la mejora del sistema de calidad. Los equipos de este sector están diseñados para procesar eficazmente materiales metálicos, como los equipos mecánicos de procesamiento de metales con juegos de corte y mesas deslizantes para la fijación de tubos metálicos. Además, innovaciones como las máquinas centrífugas para separar aceite de virutas de metal demuestran avances en las tecnologías de trabajo de metales dentro del sector industrial metalmeccánico.

Según Diametral (2024) la industria metalmeccánica presenta ciertas características según diversas perspectivas, según menciona pueden destacarse 3 puntos principales, el procesamiento de metales, las aleaciones mecánicas y las tecnologías utilizadas, entre otras.

2.2.4.1 Procesamiento de metales

Fundición: Proceso de producción de piezas mediante la fusión de metal y su vertido en un molde. Con distintas aplicaciones en la producción de componentes complejos para la industria automotriz, maquinaria y herramientas.

Forja: Técnica que implica deformar el metal mediante la aplicación de fuerzas compresivas. Con distintas aplicaciones en la fabricación de piezas resistentes y duraderas como ejes, engranajes y herramientas de mano.

Laminación: Proceso de conformado de metal en el que el material se pasa a través de uno o más pares de rodillos para reducir su espesor. Con distintas aplicaciones en la producción de láminas, placas y perfiles estructurales utilizados en la construcción y fabricación de vehículos.

2.2.4.2 Aleaciones Metálicas

En la industria metalmeccánica se trabaja intensamente con diversas aleaciones metálicas para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Las aleaciones de aluminio, cobre, titanio, magnesio y sus compuestos de matriz metálica (MMC) se utilizan comúnmente en sectores como la industria automotriz, aeroespacial y biomédica, con un enfoque en mejorar sus características a través de técnicas

secundarias de trabajo de metales como la deformación plástica severa (SPD). y procesos de tratamiento térmico (Chinna, 2022).

Además, se ha explorado la aleación de metales como Cu-Cr mediante técnicas de aleación mecánica para crear soluciones sólidas con microestructuras y propiedades termodinámicas únicas. Además, las aleaciones de níquel, acero inoxidable y cobre-níquel son cruciales en aplicaciones que requieren resistencia a la corrosión y resistencia mecánica, lo que demuestra el impacto de los elementos de aleación en las propiedades de los materiales.

Por otro lado, las aleaciones más conocidas y utilizadas son las siguientes:

Acero: Aleación de hierro y carbono con otros elementos añadidos para mejorar sus propiedades.

- **Tipos:**
 - **Acero al carbono:** Contiene principalmente hierro y carbono. Utilizado en estructuras, herramientas y maquinaria.
 - **Acero inoxidable:** Contiene cromo, lo que proporciona resistencia a la corrosión. Utilizado en aplicaciones que requieren alta durabilidad y resistencia a la oxidación.
 - **Acero aleado:** Contiene otros elementos como níquel, cromo, y vanadio para mejorar diversas propiedades mecánicas y físicas.

Aluminio: Metal ligero y resistente a la corrosión.

- **Aleaciones:**
 - **Aluminio 2024:** Aleación con cobre, utilizada en la industria aeronáutica por su alta resistencia.
 - **Aluminio 6061:** Aleación con magnesio y silicio, utilizada en la fabricación de estructuras y componentes automotrices.

Titanio: Metal conocido por su alta relación resistencia-peso y resistencia a la corrosión.

- **Aleaciones:**
 - **Titanio grado 5 (Ti-6Al-4V):** Aleación con aluminio y vanadio, ampliamente utilizada en aplicaciones aeroespaciales y médicas debido a su alta resistencia y biocompatibilidad.

2.2.4.3 Equipos y tecnologías

Dentro del panorama industrial, los equipos y tecnologías juegan un papel crucial en la optimización de los procesos de fabricación y en la mejora de la eficiencia operativa. En este sentido, es fundamental comprender el funcionamiento y las aplicaciones de diversas herramientas y tecnologías que impulsan la producción moderna. En el siguiente apartado, exploraremos una selección de equipos de procesamiento, como máquinas de corte y prensas hidráulicas, así como algunas innovaciones tecnológicas destacadas, como las máquinas centrífugas, detallando sus aplicaciones y beneficios dentro de la industria (Sun, Yang y Guo, 2021).

- **Equipos de procesamiento:**
 - **Máquinas de corte:** Equipos diseñados para cortar metales con precisión utilizando diversas técnicas como el corte por láser, plasma y chorro de agua.
 - **Aplicaciones:** Producción de componentes con formas complejas y alta precisión en la industria automotriz y aeroespacial.
 - **Prensas hidráulicas:** Máquinas que utilizan un sistema hidráulico para aplicar fuerza sobre un material.
 - **Aplicaciones:** Formación de metales mediante técnicas de estampado y conformado.
- **Innovaciones tecnológicas:**
 - **Máquinas centrífugas:** Equipos utilizados para separar aceite de virutas de metal, con el beneficio de mejorar en la limpieza y reutilización del aceite, reduciendo costos y mejorando la eficiencia operativa.

En resumen, el sector industrial metal mecánico es esencial para múltiples industrias, proporcionando componentes críticos y maquinaria avanzada. Con un enfoque en la innovación tecnológica y la mejora continua, este sector continúa evolucionando, enfrentando desafíos como la complejidad teórica y la necesidad de mejores herramientas de software para mantener su competitividad y eficiencia.

1.9.3 Medición y evaluación de resultados

La medición y evaluación de resultados son procesos esenciales en diversos campos, incluida la gestión del desempeño organizacional, la educación, la evaluación de políticas, la administración de la ayuda internacional y la investigación científica (Demidova, 2022)

Estos procesos implican determinar qué medir, cómo medirlo con precisión y cómo interpretar los resultados de manera efectiva para tomar decisiones informadas. Desde la evaluación de indicadores de desempeño y prácticas clave hasta la identificación de fortalezas y debilidades, medir y evaluar los resultados proporciona información valiosa para la toma de decisiones. Ya sea analizando los comentarios de los clientes, el compromiso de los empleados, los logros educativos, los resultados de los proyectos de ayuda o los datos científicos, el enfoque sistemático de medición y evaluación garantiza que las organizaciones y los individuos puedan realizar un seguimiento del progreso, identificar áreas de mejora y demostrar el éxito basándose en datos y pruebas fiables.

Según Rehman (2019) la medición y evaluación de resultados es fundamental para determinar el éxito de las mejoras implementadas. Los cuales pueden incluir:

1. Indicadores de desempeño (KPIs): Establecer KPIs claros y relevantes para monitorear la eficiencia, calidad, y productividad.
2. Auditorías y revisiones: Realizar auditorías regulares para evaluar el cumplimiento de los estándares y la efectividad de los procesos.
3. Análisis de datos: Utilizar herramientas de análisis de datos para interpretar los resultados y tomar decisiones basadas en evidencia.
4. Retroalimentación continua: Fomentar una cultura de retroalimentación constante para identificar nuevas oportunidades de mejora y mantener la mejora continua.
5. Estos puntos proporcionan una estructura sólida para las bases teóricas de tu investigación sobre el diseño de mejora de métodos para optimizar los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica.

1.10 Definición de términos básicos

2.3.1 Eficiencia: La capacidad de realizar una tarea o producir un resultado utilizando la menor cantidad posible de recursos, tiempo y esfuerzo, maximizando el rendimiento y minimizando el desperdicio (Eisner, 2021)

2.3.2 Procesos industriales: Conjunto de operaciones y actividades sistematizadas que transforman materias primas en productos terminados, utilizando maquinaria, tecnología y mano de obra en un entorno de producción (Casimiro y Miranda, 2022).

2.3.3 Cuellos de botella: Puntos en un proceso de producción donde la capacidad es limitada y restringe el flujo de trabajo, causando retrasos y reduciendo la eficiencia general del sistema (Quiroa, 2022).

2.3.4 Layout: Disposición física de equipos, maquinaria, estaciones de trabajo y áreas de almacenamiento en una planta de producción, diseñada para optimizar el flujo de materiales y la eficiencia operativa (Obando, 2022).

2.3.5 Productividad: Medida del rendimiento de un sistema de producción, generalmente expresada como la cantidad de productos fabricados o servicios prestados por unidad de tiempo, recursos o esfuerzo invertido (Cejás, 2024).

2.3.6 Estandarización: Proceso de establecer normas y procedimientos uniformes para realizar tareas y operaciones, con el objetivo de asegurar consistencia, calidad y eficiencia en la producción (Sydle, 2021).

2.3.7 Procedimientos: Conjunto de instrucciones detalladas y secuenciales que describen cómo llevar a cabo una tarea o proceso específico, garantizando que se realice de manera correcta y uniforme cada vez (Abarca, 2023).

2.3.8 Tiempo de ciclo (TC): Es un indicador de rendimiento de fabricación independiente que se utiliza para medir la duración de procesos de producción específico (Lauri, 2022).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

2.1 Método y Alcance de la Investigación

Para la presente investigación, se adoptará un enfoque mixto, combinando elementos descriptivos y métodos cualitativos y cuantitativos. El método mixto, entre otras características, proporciona una comprensión más completa y detallada del fenómeno en estudio, contribuye a formular el planteamiento del problema de manera más clara, genera datos más diversificados y enriquecidos, fomenta la creatividad en la construcción teórica, respalda de manera más sólida las inferencias científicas y facilita tanto la exploración como la explotación más efectiva de los datos (Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, 2014, p. 612).

Según Alban, Arguello y Molina (2020, p. 171) el propósito de la investigación descriptiva es comprender las situaciones, prácticas y actitudes predominantes mediante una descripción detallada de las actividades, objetos, procesos y personas involucradas. Este enfoque permitirá una comprensión integral de los procesos de la empresa metalmecánica en Arequipa.

2.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será no experimental, con un enfoque de corte transversal. Según Hnaire (2019, p. 17), nos dice que este tipo de investigación recopila datos en un único momento, en un periodo temporal específico, con el propósito de describir variables y analizar su impacto y relación en un momento específico o situación estudiada.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población de interés comprende todos los procesos de producción llevados a cabo en la empresa metalmecánica ubicada en Arequipa. Se ha seleccionado esta población porque representa la totalidad de las actividades productivas de la empresa, permitiendo así un análisis integral de los métodos y procedimientos que impactan en la eficiencia y calidad de los productos fabricados.

2.3.2 Muestra

Se utilizó un método de muestreo no probabilístico por conveniencia, centrándonos en los procesos principales de la empresa, tomando específicamente las áreas de armado de estructura y soldadura. Estas áreas fueron escogidas debido a su relevancia en la cadena de producción y su impacto directo en la calidad final del producto. Además, estas áreas presentan mayores oportunidades de mejora, lo que permitirá obtener resultados más significativos para la optimización de los procesos de fabricación.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos con el fin de obtener información relevante sobre los procesos actuales de fabricación y las posibles áreas de mejora.

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

- a) Observación: Esta técnica implica la supervisión directa de los procesos de fabricación dentro de la empresa. A través de la observación directa, se pueden identificar ineficiencias, cuellos de botella y actividades que no agregan valor (Hernández, et al., 2014, p. 403).
- b) Entrevistas: Sirve para recabar información variada del entrevistado, sin partir de ideas y concepciones predefinidas (Huairé, 2019, p. 55).
- c) Revisión documental: Esta técnica incluirá la revisión de registros históricos de producción, informes de calidad y otros documentos relevantes que proporcionen información sobre el rendimiento y la eficiencia de los procesos actuales (Hernández, et al., 2014, p. 560).

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

- a) Fichas de observación: Herramientas diseñadas para registrar de manera sistemática las observaciones realizadas durante las visitas a la planta de producción. Estas fichas incluirán secciones para anotar tiempos de ciclo, movimientos de los operarios y utilización de las máquinas (Hernández, et al., 2014, p. 433).

- b) Guías de entrevista: Documentos que contienen preguntas abiertas y semi-estructuradas, diseñadas para guiar las entrevistas con el personal clave de la empresa. Estas guías se elaborarán en base a los objetivos específicos de la investigación (Novo, 2022)
- c) Fichas de análisis documental: Los formatos estándar se utilizan para recopilar y analizar datos de documentos y registros, lo que permite una evaluación detallada de la información documental (Souza y Giacomoni, 2021).

2.5 Instrumentos de análisis de datos

Según Borda et al., (2017) para el análisis de los datos recolectados se emplearon diversos instrumentos y técnicas analíticas que permitieron una interpretación precisa y útil de la información obtenida, de los cuales los siguientes resultan útil para la presente investigación.

- a) Microsoft Excel: para registrar y realizar análisis cuantitativos de los datos recolectados, generando estadísticas descriptivas y pruebas inferenciales.
- b) Microsoft Visio: para realizar los principales diagramas de procesos DOP y DAP.
- c) Diagramas de Ishikawa: También conocidos como diagramas de causa-efecto, se emplearon para identificar las causas raíz de los problemas observados en los procesos de fabricación.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Breve descripción de la empresa y sus procesos

La empresa, situada en la región de Arequipa, es una organización dedicada a la industria metalmecánica, especializada en ofrecer soluciones integrales en ingeniería, fabricación y mantenimiento para clientes del sector minero e industrial.

3.1.1 Historia y evolución

La empresa comenzó sus actividades a finales de 2018, con un enfoque en satisfacer las necesidades de la pequeña minería en la localidad de Chala. Desde sus inicios, ha ofrecido no solo la fabricación de una variedad de productos metalmecánicos, sino también servicios de mantenimiento para equipos críticos, como chancadoras, molinos de bolas y fajas transportadoras. Con el paso del tiempo, la empresa ha adquirido equipos esenciales para su operación, incluyendo tornos, fresadoras y cepillos, lo que le ha permitido consolidarse en el sector.

Con una visión clara de expansión, la empresa se ha propuesto ingresar al mercado de la gran minería como proveedor de bienes y servicios. Para alcanzar este objetivo, es consciente de la necesidad de obtener certificaciones y homologaciones, requisitos mínimos exigidos por las grandes empresas del sector. Con esta meta en mente, la compañía está comprometida en mejorar e implementar procesos que impulsen su crecimiento y la posicionen como un socio confiable y de alta calidad en el ámbito de la minería a gran escala.

3.1.2 Misión y visión

Visión: Ser una empresa líder brindando soluciones a nivel del Perú.

Misión: Nuestra misión es brindar soluciones a las necesidades de ingeniería, fabricación y mantenimiento de nuestros clientes de minería e industria, trabajando con el mejor equipo, cumpliendo con los estándares de calidad, seguridad, salud ocupacional y respetando el medio ambiente.

3.1.3 Estructura organizacional

La empresa metalmecánica cuenta con una estructura organizacional que permite una gestión eficiente y efectiva de sus operaciones. La estructura está diseñada para facilitar la comunicación y la coordinación entre las distintas áreas de trabajo, garantizando que cada miembro del equipo pueda contribuir de manera óptima al logro de los objetivos empresariales. La organización se compone de un equipo de trabajo conformado por un

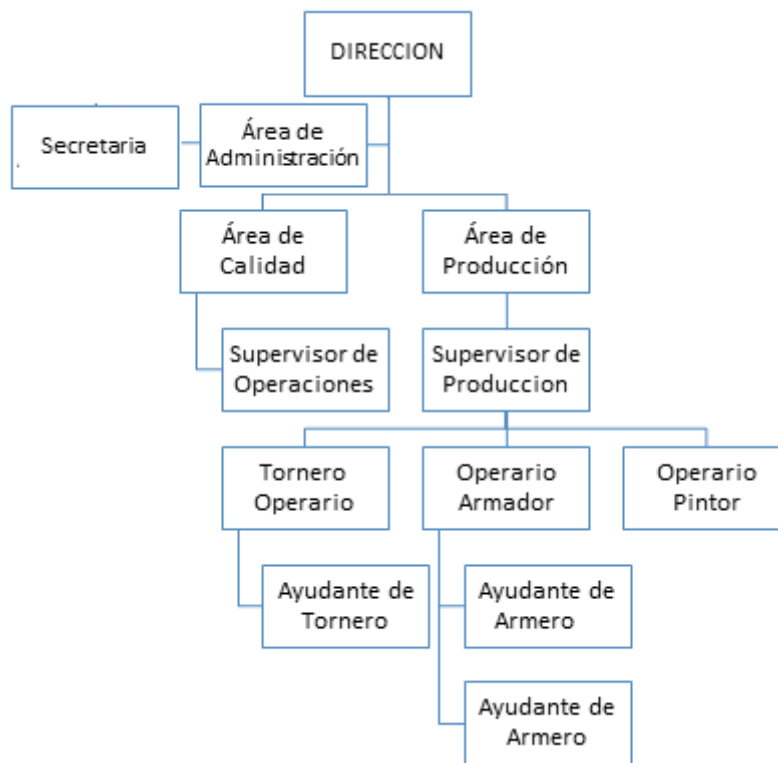
supervisor de operaciones, operarios especializados, ayudantes y personal administrativo, todos trabajando de manera conjunta para asegurar la calidad y la eficiencia en la fabricación y el mantenimiento de equipos metalmecánicos.

3.1.4 Organigrama

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa, que muestra la jerarquía y las relaciones entre los diferentes puestos:

Figura 1

Organigrama



Fuente. Elaboración propia

3.1.5 Principales departamentos y sus funciones

Los principales departamentos de la empresa se centran en las operaciones y procesos, dicha estructura organizacional está diseñada bajo un enfoque en la eficiencia operativa, asegurando una distribución de responsabilidades y una comunicación entre todos los miembros del equipo.

Área de Calidad

- **Supervisor de operaciones:** Responsable de la supervisión general de todas las actividades operativas de la empresa. Garantiza que los procesos de fabricación y mantenimiento se realicen conforme a los estándares de calidad y seguridad, coordinando y optimizando el trabajo de los operarios y ayudantes.

Área de producción

- **Tornero operario:** Encargado de manejar el torno y otras máquinas herramientas para la fabricación de componentes. Asegura la precisión y la calidad de las piezas fabricadas.
- **Ayudante de tornero:** Apoya al tornero operario en sus tareas, preparando materiales y herramientas, y asistiendo en la operación de las máquinas.
- **Operario armador:** responsable del ensamblaje y montaje de los equipos fabricados, siguiendo las especificaciones técnicas.
- **Ayudantes de armadores:** Asisten al operario armador en el proceso de ensamblaje, proporcionando apoyo logístico y manejo de herramientas.

Área de pintura y acabado

- **Pintor:** Se encarga de aplicar los acabados finales a los productos fabricados, asegurando que cumplan con los estándares estéticos y de protección requeridos.

Área de administración

- **Secretaria:** Gestiona las tareas administrativas de la empresa, incluyendo la coordinación de citas, manejo de documentos, atención a clientes y proveedores, y apoyo en la gestión de recursos humanos.

3.1.6 Procesos de la empresa

Los procesos de la empresa se estructuran en varias etapas clave, desde la recepción de pedidos hasta la entrega final del producto o servicio. A continuación, se describen los principales procesos involucrados:

Recepción y análisis de pedidos:

La empresa recibe solicitudes de servicios o productos a través de diversos canales (correo electrónico, teléfono, visitas comerciales).

El equipo de ventas y atención al cliente analiza los requisitos específicos del cliente y elabora una propuesta técnica y económica.

Ingeniería y diseño:

Los encargados del área desarrollan diseños basados en las especificaciones del cliente. Se utilizan software de diseño asistido por computadora (CAD) y herramientas de simulación para crear planos y modelos de los productos o componentes a fabricar.

Fabricación:

La fase de fabricación incluye el corte, soldadura, mecanizado, y ensamblaje de piezas metálicas.

Las operaciones se realizan en talleres equipados con maquinaria necesaria para elaborar las piezas o equipos requeridos

Se implementan técnicas de control de calidad para asegurar que los productos cumplan con los estándares especificados.

Control de calidad:

Un proceso de control de calidad se lleva a cabo para verificar que los productos y servicios cumplan con los estándares establecidos.

Se utilizan métodos de inspección no destructiva, pruebas de resistencia y otras técnicas para asegurar la integridad y funcionalidad de los productos.

Entrega y logística:

Los productos terminados son embalados y transportados de acuerdo con los requisitos del cliente, asegurando que lleguen en perfecto estado. La empresa coordina la logística de entrega, utilizando vehículos propios o servicios de transporte contratados.

Atención postventa:

La empresa ofrece soporte técnico y servicios postventa para garantizar la satisfacción del cliente.

Se realizan seguimientos para recoger feedback y realizar mejoras continuas en los productos y servicios.

3.1.7 Descripción de productos y servicios

La empresa metalmecánica se especializa en la fabricación de equipos para la pequeña minería. Sus productos principales incluyen chancadoras, fajas transportadoras y polines. Además, la empresa ofrece servicios de ingeniería, fabricación y mantenimiento para la industria minera e industrial, asegurando que sus soluciones cumplan con altos estándares de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente

3.1.8 Productos principales y servicios ofrecidos

1. **Chancadoras:** Equipos utilizados en la minería para triturar rocas y minerales, facilitando su procesamiento posterior. Las chancadoras fabricadas por la empresa están diseñadas para ofrecer alta eficiencia y durabilidad.

2. **Fajas transportadoras:** Sistemas utilizados para el transporte de materiales a granel dentro de las operaciones mineras e industriales. Estas fajas son fabricadas con materiales resistentes y están diseñadas para soportar condiciones extremas.
3. **Polines:** Componentes esenciales de las fajas transportadoras, utilizados para soportar y guiar las cintas transportadoras. La empresa produce polines con altos estándares de precisión y calidad.
4. **Servicios de ingeniería:** Incluyen el diseño y desarrollo de soluciones personalizadas para los clientes, adaptándose a sus necesidades específicas.
5. **Mantenimiento:** Servicios de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar la operatividad y prolongar la vida útil de los equipos fabricados.

3.1.9 Procesos clave de fabricación

Los procesos clave de fabricación en la empresa incluyen:

1. **Recepción y almacenamiento de materias primas:** Control de calidad y almacenamiento adecuado de los materiales antes de su uso en la producción.
2. **Corte y conformado de materiales:** Uso de equipos de corte y doblado para dar forma a las piezas según las especificaciones.
3. **Maquinado de precisión:** Operaciones de torneado, fresado y taladrado para asegurar que las piezas cumplan con las dimensiones requeridas.
4. **Soldadura y ensamblaje:** Unificación de piezas mediante procesos de soldadura y ensamblaje para formar los componentes finales.
5. **Tratamiento de superficies y pintura:** Preparación y aplicación de recubrimientos protectores para garantizar la durabilidad y estética de los productos.
6. **Control de calidad:** Inspección rigurosa de los productos terminados para asegurar que cumplan con los estándares de calidad establecidos.

3.1.10 Mercado y clientes

La empresa metalmeccánica tiene un mercado objetivo compuesto principalmente por pequeñas y medianas empresas mineras e industriales en el Perú. Sus principales clientes incluyen compañías que operan en la industria minera, fabricantes de maquinaria y empresas de mantenimiento industrial. La empresa se destaca por ofrecer soluciones personalizadas y de alta calidad, adaptándose a las necesidades específicas de cada cliente. Siendo sus principales clientes:

1. Minera cordillera SAC
2. Corintigold SAC
3. Vulco peru SA.
4. Chala one SAC
5. Emc green group SA

Por otro lado, los competidores que representan el grupo de empresas que ofrecen un servicio o producto similar al de la empresa de estudio o que dirigen sus acciones a un mismo segmento del mercado. Son las siguientes:

1. Prometsur J y N SAC
2. Ecom SRL
3. SGM ingenieros EIRL
4. Tecnomec SRL
5. Maquinsa SA.

3.2 Diagnóstico de la situación actual

La empresa, especializada en la fabricación de equipos para la pequeña minería, se dedica a la producción de diversos equipos como chancadoras, fajas y, específicamente para este caso se centrará la investigación en los polines. A lo largo del primer trimestre de 2024, se ha evaluado el proceso de fabricación de polines, revelando varias actividades de preocupación que requieren atención para optimizar los procesos de producción.

3.2.1 Descripción del proceso analizado

El proceso de fabricación de polines en la empresa metalmecánica involucra varias etapas cuidadosamente planificadas y ejecutadas para asegurar la producción de componentes de alta calidad. A continuación, se describe detalladamente cada fase del proceso:

- 1. Diseño de plano:** El proceso inicia con el diseño del plano del polín. Este plano incluye todas las especificaciones técnicas y dimensiones necesarias para la fabricación del componente. La precisión en esta etapa es crucial, ya que cualquier error puede afectar las fases subsiguientes del proceso.
- 2. Corte de eje:** Una vez diseñado el plano, se procede al corte del eje. Este corte se realiza utilizando maquinaria de corte de precisión, asegurando que el eje cumpla con las dimensiones especificadas en el plano.

- 3. Corte de plancha para tapas:** Simultáneamente, se realiza el corte de la plancha que será utilizada para fabricar las tapas del polín. Este corte también se efectúa con equipos de corte de alta precisión para garantizar la exactitud en las dimensiones.
- 4. Corte de tubo:** El siguiente paso es el corte del tubo, que formará parte del cuerpo del polín. El tubo se corta según las especificaciones del diseño para asegurar un ajuste perfecto durante el ensamblaje.
- 5. Limpieza mecánica de tapas:** Las tapas cortadas pasan por una limpieza mecánica para eliminar cualquier residuo o imperfección que pudiera haber quedado después del corte. Esta limpieza asegura una superficie lisa y preparada para el mecanizado.
- 6. Mecanizado de eje en torno:** (Por ambos lados para rodamiento) El eje se mecaniza en el torno por ambos lados para crear los alojamientos de los rodamientos. Este proceso es crucial para asegurar que los rodamientos se ajusten perfectamente y el polín funcione correctamente.
- 7. Fresado de eje por ambos extremos:** Luego, el eje se somete a un proceso de fresado en ambos extremos para dar forma a las áreas que requerirán un ajuste específico durante el ensamblaje. Este fresado asegura la precisión y calidad del eje.
- 8. Perforación de tapas:** (para ambos lados y mecanizado de alojamiento de rodamiento en torno) Las tapas se perforan y se mecanizan en el torno para crear los alojamientos de los rodamientos. Este paso es esencial para garantizar que los rodamientos se ajusten perfectamente en las tapas y funcionen de manera eficiente.
- 9. Ensamble de partes del polín:** Las diferentes partes del polín, incluyendo el eje, las tapas y el tubo, se ensamblan. Este ensamblaje debe ser preciso para asegurar que todas las partes encajen correctamente y el polín funcione sin problemas.
- 10. Limpieza mecánica (Arenado):** El polín ensamblado se somete a una limpieza mecánica mediante arenado. Este proceso elimina cualquier residuo o imperfección de la superficie, preparando el polín para la etapa de pintura.
- 11. Pintura:** El polín limpio se pinta para protegerlo contra la corrosión y darle un acabado estético. La pintura se aplica de manera uniforme para asegurar una cobertura completa y duradera.
- 12. Embalaje:** Finalmente, el polín pintado se embala adecuadamente para su almacenamiento o envío. El embalaje protege el polín durante el transporte y asegura que llegue en perfectas condiciones al cliente.

Además, se presenta una tabla con los tiempos empíricos del proceso, los cuales fueron obtenidos a través de la entrevista realizada a los operarios del área de producción

(Anexo 2). Estos tiempos reflejan la experiencia y conocimientos prácticos de los trabajadores sobre cada etapa del proceso, proporcionando una base sólida y realista para el análisis de eficiencia y posibles mejoras.

Tabla 4

Tiempos empíricos del proceso

Descripción	Tiempo (min)
Corte de eje	5
Corte de plancha para tapas	4
Corte de tubo	4
Limpieza mecánica de tapas	2
Mecanizado de eje en torno	10
Frezado de eje	10
Perforación de tapas	15
Ensamble de partes del polín	5
Limpieza mecánica (arenado)	4
Pintura	10
Embalaje	3

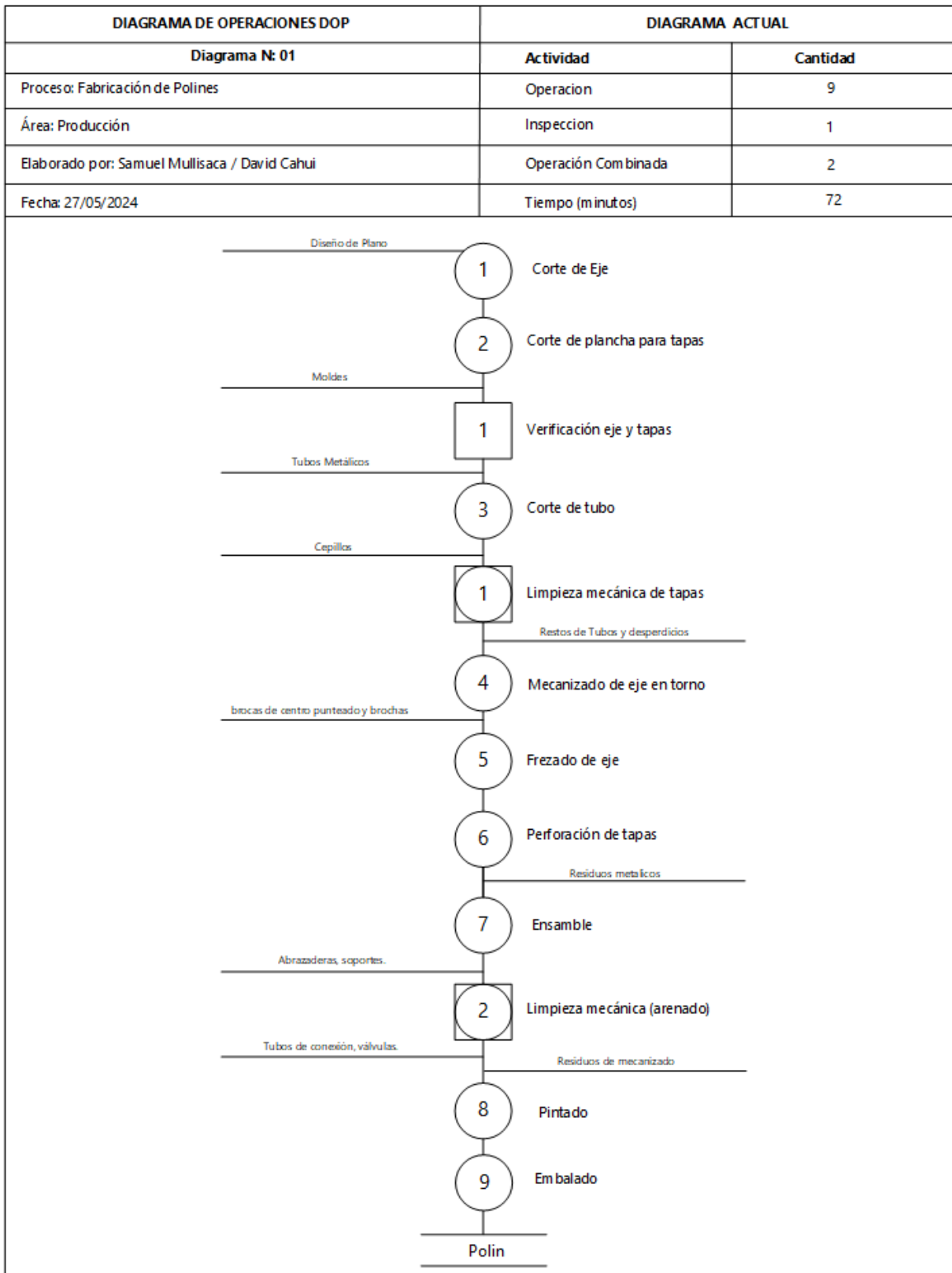
Fuente. Elaboración propia

A continuación, se presenta el Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP) actual del proceso de fabricación de polines. Este diagrama muestra una representación detallada de cada etapa del proceso, desde que se obtiene el diseño del plano hasta el embalaje final del producto. Proporcionando una visualización clara de las operaciones de manufactura, identificadas en cada paso necesario del proceso, incluyendo actividades de corte, mecanizado, limpieza, ensamblaje, pintura y embalaje.

Al documentar cada fase del proceso, el DOP sirve como una herramienta fundamental para analizar la eficiencia, mejorar la productividad y asegurar que todas las actividades se realicen conforme a los estándares de calidad y tiempo establecidos.

Figura 2

Diagrama de Operaciones del Proceso DOP - Polines



Fuente. Elaboración propia

De igual manera se presenta el Diagramas de Análisis de Procesos (DAP)

Figura 3

Diagrama de Análisis y Procesos DAP - Polines

DIAGRAMAS DE ANÁLISIS Y PROCESOS (DAP) - ACTUAL							
Diagrama N°: 04	Hoja N° 01 de 01	Resumen					
Proceso:	Fabricación de Polines	Actividad					Cantidad
Área:	Produccion	Operación					9
Elaborado por:	Mullisaca / Cahui	Transporte					4
Fecha:	28/05/2024	Operación Combinada					3
Tiempo (minutos)	97.5	Demora					1
		Almacenaje					2
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		○	⇒	⊗	D	▽	
Diseño de plano							Según pedido
Corte de eje	5	X					Según diseño
Corte de plancha para tapas	4	X					Según diseño
Verificación eje y tapas	2			X			Según diseño
Area de almacen de materiales	2.5					X	MP necesaria para el proceso
Area de Operaciones	2.5		X				
Corte de tubo	4	X					
Limpieza mecánica de tapas	2			X			
Mecanizado de eje en torno	10	X					por ambos lados para rodamiento
Frezado de eje	10	X					por ambos extremos
Perforación de tapas	15	X					Ambos lados y mecanizado de alojamiento (en torno)
Desechos Metalicos	7.5					X	
Area de fabricacion y montaje	3.5		X				Etapa final
Ensamble de partes del polín	5	X					Según diseño
Limpieza mecánica (arenado)	4			X			Acabados finales
Area de pintura	4		X				
Pintura	10	X					Protección contra corrosión
Embalaje	3	X					Protección en el transporte
Almacenamiento Producto final	3.5					X	Para su almacenamiento o envío

Fuente. Elaboración propia

De tal manera se calcula el tiempo de espera, tiempo de operación, tiempo de ciclo y eficiencia del proceso. A continuación, se explican los métodos para obtener estos indicadores:

I. Tiempo de espera (Wait Time)

Es el tiempo durante el cual una unidad de producto no está siendo procesada, es decir, está en espera. Para calcularlo se suman todos los tiempos de espera (E) identificados en el diagrama.

$$\text{Tiempo de Espera} = \sum_{j=1}^m \text{Tiempo de Espera}(E_j)$$

$$\text{Tiempo de Espera} = 23.5 \text{ minutos}$$

II. Tiempo de Operación (Operation Time)

Es el tiempo efectivo durante el cual se realiza una operación específica en una unidad del producto. Para calcularlo se debe identificar y sumar los tiempos de todas las operaciones (O) en el proceso.

$$\text{Tiempo de operación} = \sum_{i=1}^n \text{Tiempo de operación}(O_i)$$

$$\text{Tiempo de operación} = 74.0 \text{ minutos}$$

III. Tiempo de ciclo (Cycle Time)

Es el tiempo total requerido para completar una unidad del producto desde el inicio hasta el final del proceso. Para calcularlo el tiempo de ciclo se debe sumar el tiempo de todas las operaciones (O) y los tiempos de espera (E) involucrados en el proceso.

$$TC = \sum_{j=1}^m \text{Tiempo de Espera}(E_j) + \sum_{i=1}^n \text{Tiempo de Operación}(O_i)$$

$$TC = 97.5 \text{ minutos}$$

IV. Eficiencia actual del proceso (Process Efficiency)

Es la proporción del tiempo de operación efectivo sobre el tiempo total del ciclo, expresada como un porcentaje. Para calcularlo se debe dividir el tiempo de operación efectivo por el tiempo de ciclo total y multiplicar por 100 para obtener un porcentaje.

$$\text{Eficiencia}_{\text{proceso}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo de operación}(O_i)}{TC} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia}_{\text{proceso}} = 75.9\%$$

3.2.2 Tecnología y maquinaria utilizada

La empresa metalmecánica emplea tecnologías y maquinarias avanzadas para optimizar sus procesos de fabricación y mantenimiento. Estos equipos permiten la producción de componentes de alta precisión y calidad, asegurando el cumplimiento de los estándares

de la industria. A continuación, se detallan las principales tecnologías y maquinarias utilizadas:

- 1. CNC Corte:** El equipo Control Numérico por Computadora (CNC) de corte es fundamental para la fabricación de piezas con alta precisión y repetibilidad. Este equipo permite cortar perfiles de acero y otros materiales con una exactitud milimétrica, reduciendo el desperdicio de material y mejorando la eficiencia del proceso de fabricación. La tecnología CNC es crucial para la producción de componentes complejos que requieren tolerancias estrictas.
- 2. Taladro vertical:** El taladro vertical es una máquina versátil utilizada para perforar agujeros en piezas de trabajo. Es esencial para crear orificios precisos y uniformes en componentes metálicos. La capacidad de ajustar la velocidad y la profundidad de perforación permite adaptarse a diferentes materiales y requisitos de trabajo.
- 3. Cepillo:** El cepillo es una máquina herramienta que se utiliza para el acabado de superficies planas. Permite eliminar imperfecciones y obtener un acabado liso y uniforme en piezas metálicas. Es especialmente útil para preparar superficies que serán ensambladas o pintadas posteriormente.
- 4. Fresadora:** La fresadora es una máquina indispensable en la fabricación de componentes metálicos. Permite realizar operaciones de corte, perforación y mecanizado en superficies planas y tridimensionales. La fresadora es utilizada para fabricar piezas con formas y tamaños específicos, asegurando la precisión y calidad del producto final.
- 5. Torno de 2 metros:** El torno de 2 metros es utilizado para el mecanizado de piezas de tamaño medio. Es ideal para la fabricación de ejes, cilindros y otras piezas rotativas. La capacidad de este torno permite trabajar con precisión en piezas que requieren un acabado uniforme y exacto.
- 6. Torno de 3 metros:** El torno de 3 metros es adecuado para el mecanizado de piezas más grandes. Ofrece la misma precisión y calidad que el torno de 2 metros, pero con la capacidad adicional de manejar componentes de mayor tamaño. Este equipo es esencial para la producción de piezas de gran envergadura utilizadas en la industria minera y otros sectores.
- 7. Soldadora MIG/TIG:** La soldadora MIG/TIG es fundamental para la unión de componentes metálicos. Permite realizar soldaduras de alta calidad y resistencia, esenciales para la fabricación y reparación de equipos industriales. La versatilidad de esta tecnología permite trabajar con diferentes tipos de metales y espesores.

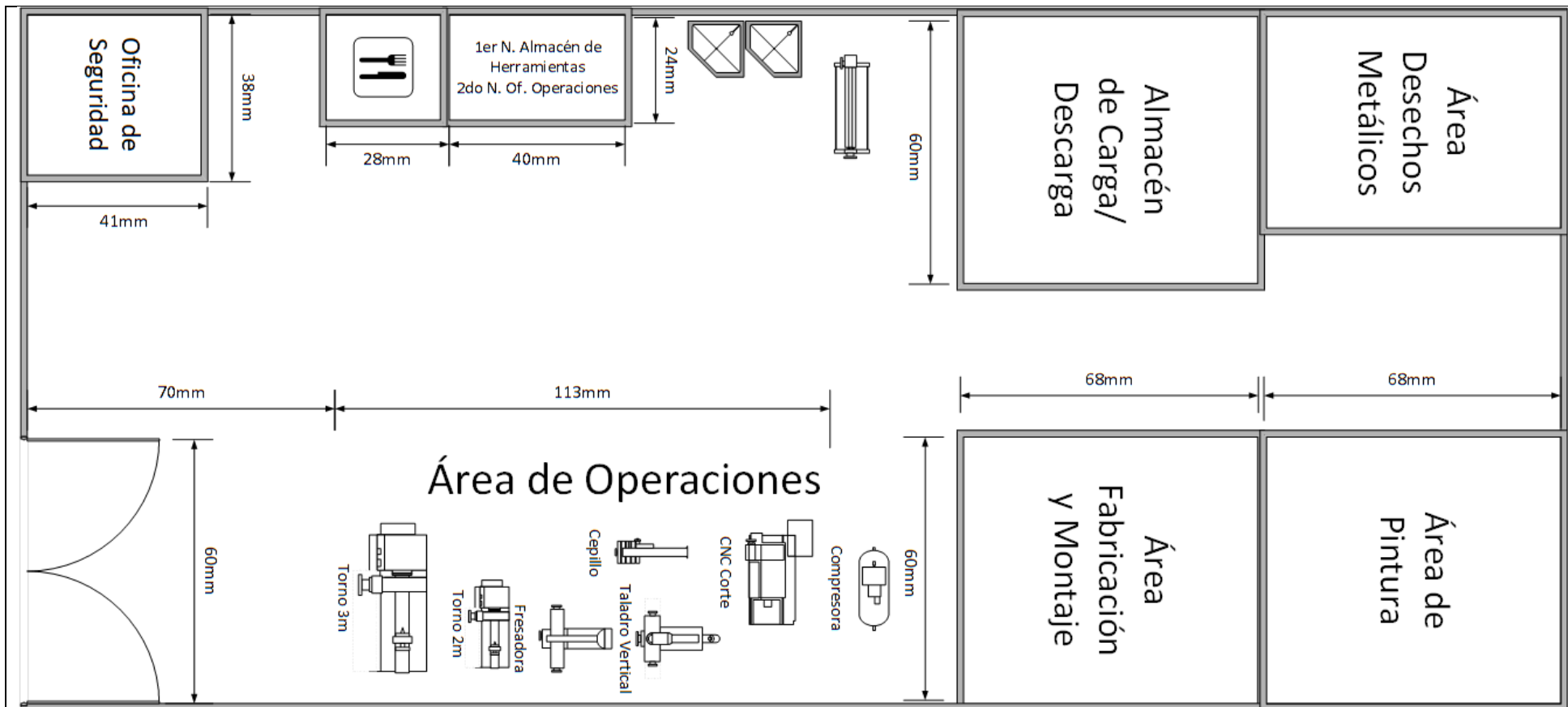
8. Sierra circular: La sierra circular es utilizada para cortar perfiles y barras metálicas con rapidez y precisión. Este equipo es crucial para preparar materiales antes del mecanizado o ensamblaje, asegurando cortes limpios y exactos.

9. Equipo de medición y control: El equipo de medición y control incluye micrómetros, calibradores, y otros instrumentos de precisión que aseguran que las dimensiones de las piezas fabricadas cumplan con las especificaciones requeridas. Estos instrumentos son esenciales para el control de calidad en cada etapa del proceso de fabricación.

De igual manera, se presenta el plano del área, con la distribución de equipos y medidas de los mismos.

Figura 4

Plano de distribución

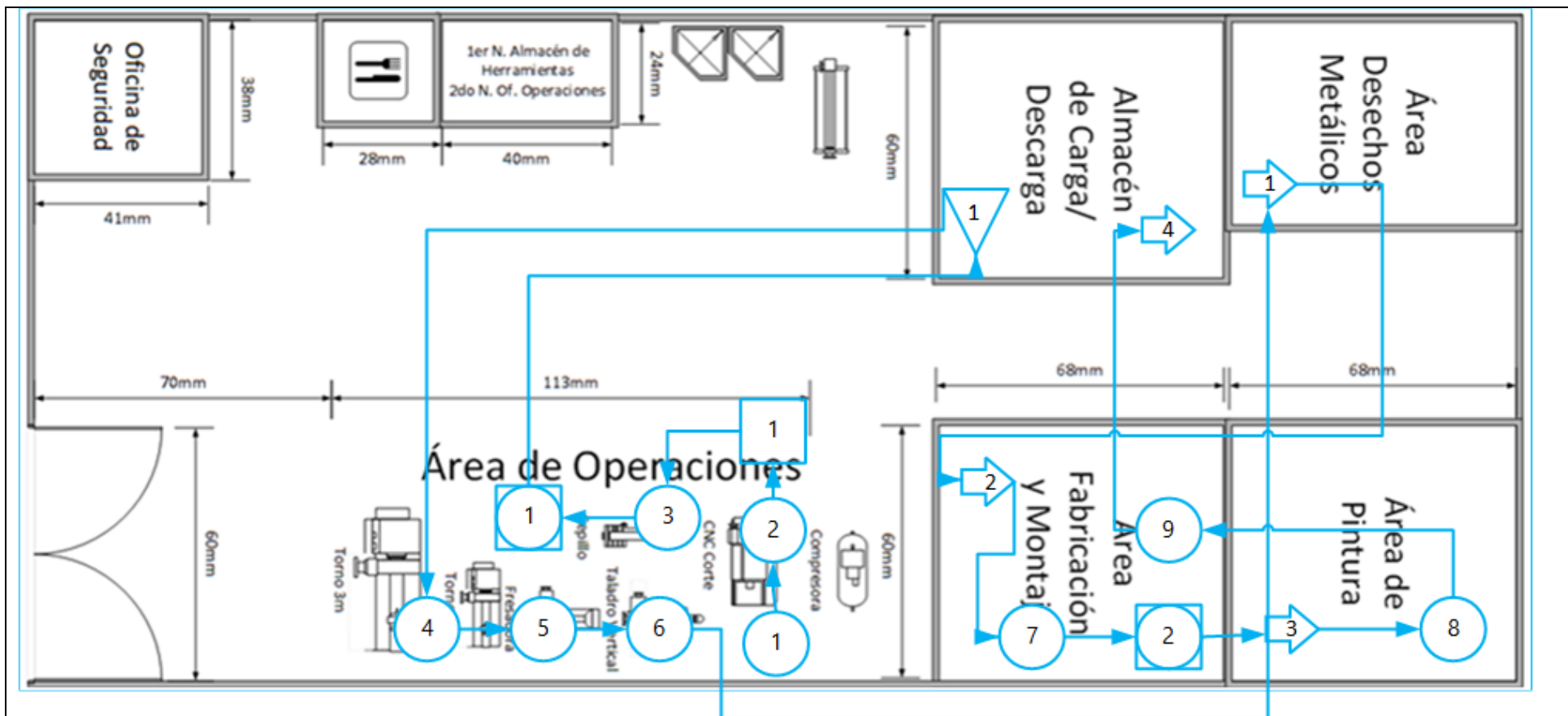


Fecha de Elaboración	20/06/2024	Escala Horizontal	1mm:150 mm
Elaborado por:	Samuel Mullisaca / David Cahui	Escala Vertical	1mm:100 mm

PLANO DE DISTRIBUCION

Figura 5

Diagrama de recorrido del proceso



Fecha de Elaboración	20/06/2024	Escala Horizontal	1mm:150 mm
Elaborado por:	Samuel Mullisaca / David Cahui	Escala Vertical	1mm:100 mm

DIAGRAMA DE RECORRIDO-ACTUAL

3.2.3 Análisis de producción y problemas identificados

Durante los meses de enero a marzo 2024, la producción de polines y los problemas asociados se desglosan de la siguiente manera:

Tabla 5

Producción – Primer trimestre

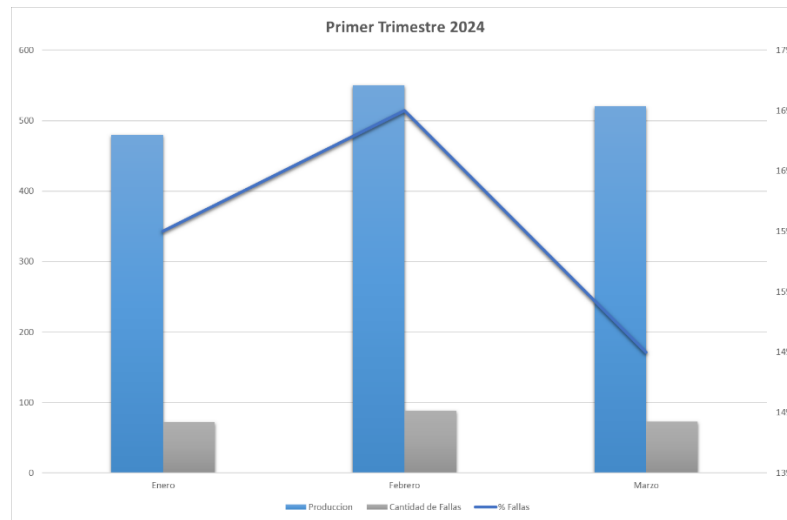
	Enero	Febrero	Marzo
Producción	480	550	520
Atrasos (días)	5	10	5
Cantidad de Fallas	72	88	72.8
% Fallas	15%	16%	14%

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se presenta la información de los lotes de producción, cantidad de fallas y porcentaje de las mismas de forma gráfica.

Figura 6

Producción – Primer trimestre



Fuente. Elaboración propia

Los datos indican que, aunque la producción ha sido constante, existe un problema recurrente tanto en los atrasos de entrega como en el porcentaje de fallas en los productos. Las fallas observadas se deben principalmente a problemas de maquinado en los extremos de los ejes, donde las medidas varían al momento del montaje, y a problemas relacionados con la pintura.

Análisis

A. Producción mensual: La variación en la producción mensual podría estar relacionada con varios factores, incluyendo la eficiencia operativa, la disponibilidad de materiales, la mano de obra, y el rendimiento de la maquinaria.

B. Atrasos en la producción: El incremento en los atrasos durante febrero podría indicar problemas específicos que afectaron el flujo de trabajo, tales como mantenimiento no planificado de la maquinaria, problemas en la cadena de suministro, o falta de personal.

C. Calidad de la producción: El porcentaje de fallas varió entre 14% y 16%, con el peor desempeño en febrero. Esto sugiere que hubo problemas de calidad adicionales durante ese mes que podrían estar relacionados con los mismos factores que causaron los atrasos.

Tabla 6

Relación entre producción y atrasos

Mes	Producción	Atrasos (días)	Producción por día de atraso
Enero	480	5	96
Febrero	550	10	55
Marzo	520	5	104

Fuente. Elaboración propia

La tabla que analiza la relación entre producción y atrasos (días de retraso) nos muestra cómo el aumento en los días de atraso afecta la eficiencia productiva. En febrero, donde los días de atraso alcanzaron su punto máximo (10 días), la producción total fue la más alta (550 unidades), pero la producción por día de atraso fue la más baja (55 unidades). Esto sugiere que, aunque se intentó compensar los atrasos con un aumento en la producción, la eficiencia por día disminuyó significativamente. Este patrón puede indicar una presión sobre los recursos y la capacidad de producción, lo cual puede resultar en procesos menos eficientes y potencialmente más fallos.

Tabla 7

Relación entre producción y cantidad de fallas

Mes	Producción	Cantidad de Fallas	Fallas por unidad producida
Enero	480	72	0.15
Febrero	550	88	0.16
Marzo	520	72.8	0.14

Fuente. Elaboración propia

El análisis de la relación entre la producción y la cantidad de fallas muestra que un aumento en la producción no necesariamente se traduce en una mejora en la calidad del producto. En febrero, con la producción más alta (550 unidades), se observó también el mayor número de fallas (88 fallas), lo cual representa un incremento en la tasa de fallas por unidad producida (0.16). Este fenómeno podría ser resultado de un aumento en la producción sin las adecuadas medidas de control de calidad, lo que lleva a una mayor tasa de defectos. Por lo tanto, la cantidad de producción y la calidad del producto están inversamente relacionadas en algunos casos.

Tabla 8

Atrasos y cantidad de fallas

Mes	Atrasos (días)	Cantidad de Fallas	Fallas por día de atraso
Enero	5	72	14.4
Febrero	10	88	8.8
Marzo	5	72.8	14.56

Fuente. Elaboración propia

La relación entre atrasos y la cantidad de fallas sugiere que un aumento en los días de atraso no siempre corresponde directamente a un aumento en las fallas, pero sí tiene un impacto notable. En febrero, cuando los atrasos alcanzaron su punto máximo (10 días), la cantidad de fallas también fue elevada (88 fallas), pero la tasa de fallas por día de atraso fue la más baja (8.8). Este dato sugiere que mientras más se intenta recuperar el tiempo perdido con mayor producción, la presión incrementada puede resultar en una menor calidad, aunque la cantidad de fallas distribuidas por días de atraso sea menor. Esto puede ser interpretado como una señal de que los esfuerzos para compensar los atrasos deben ser balanceados cuidadosamente para no comprometer la calidad.

3.3 Identificación de causas de los problemas encontrados

3.3.1 Causas potenciales de baja producción

Atrasos (Lead Time)

Los días de atraso tienen un impacto directo en la capacidad de producción. El lead time, que es el tiempo total que transcurre desde que se inicia un proceso hasta que se completa, se ve afectado por los atrasos. En febrero, se registró el mayor número de días de atraso, lo cual resultó en un aumento de la producción, pero también en el mayor porcentaje de fallas. Esto sugiere que, para compensar los atrasos, se intentó incrementar la producción, lo que posiblemente comprometió la calidad y llevó a un incremento en el número de fallas. Este escenario subraya la importancia de una gestión eficiente del

tiempo y la necesidad de mantener el Takt time, que es el ritmo al que se debe producir un producto para satisfacer la demanda del cliente, para evitar sobrecargas en el sistema y mantener la calidad del producto.

Cantidad de fallas (Calidad del Producto)

Un mayor porcentaje de fallas indica problemas significativos con la calidad del producto. Las causas de estas fallas pueden ser diversas, incluyendo:

- **Maquinaria defectuosa:** Equipos y herramientas que no funcionan correctamente pueden producir piezas defectuosas.
- **Personal no capacitado:** La falta de formación adecuada del personal puede resultar en errores durante la producción.
- **Materiales de baja calidad:** El uso de materiales inferiores puede llevar a productos finales defectuosos.

Es crucial identificar y abordar estas causas para mejorar la calidad del producto y reducir el porcentaje de fallas. Mantener un Takt time adecuado puede ayudar a balancear la carga de trabajo y reducir el estrés en los recursos, lo que puede mejorar la calidad del producto.

Variación en la producción

La fluctuación en la producción mensual puede estar vinculada a varios factores, incluyendo:

- **Problemas de planificación y programación:** Una planificación ineficaz puede llevar a variaciones significativas en la producción.
- **Disponibilidad de recursos:** La falta de recursos necesarios, ya sean materiales, personal o maquinaria, puede afectar la capacidad de producción.
- **Eficiencia operativa:** La eficiencia de los procesos operativos tiene un impacto directo en la producción. Procesos ineficientes pueden generar cuellos de botella, retrasos y variaciones en la producción.

Para minimizar la variación en la producción, es fundamental implementar una planificación precisa y ajustar continuamente el Takt time. Esto ayudará a mantener un flujo de trabajo constante y equilibrado, optimizando el uso de recursos y mejorando la eficiencia operativa.

3.3.2 Causas de las fallas

Problemas de maquinado:

- **Variaciones en las medidas:** Las fallas en el maquinado de los extremos de los ejes pueden resultar en variaciones significativas en las medidas, lo cual provoca dificultades durante el montaje de los polines. Esto puede deberse a la falta de precisión en las máquinas herramientas utilizadas, que no están calibradas correctamente o presentan desgaste. La precisión es crucial en el maquinado para asegurar que las piezas encajen correctamente y funcionen según lo esperado.
- **Falta de estandarización:** La falta de estandarización en los procedimientos de maquinado puede llevar a inconsistencias en la producción. Sin procedimientos estandarizados, los operadores pueden seguir diferentes métodos, lo que resulta en variaciones en las medidas y en la calidad de las piezas. Establecer y seguir procedimientos estandarizados es esencial para garantizar la uniformidad y la calidad en el maquinado.

Problemas de pintura:

- **Cobertura y adherencia:** Las fallas relacionadas con la pintura incluyen problemas de cobertura, donde la pintura no cubre adecuadamente la superficie, y problemas de adherencia, donde la pintura no se adhiere correctamente a la superficie. Estos problemas pueden ser causados por una preparación inadecuada de las superficies antes de la aplicación de la pintura, como la falta de limpieza o desengrasado, que son pasos cruciales para asegurar una buena adherencia.
- **Uniformidad del acabado:** La uniformidad del acabado de la pintura también puede ser un problema. Las técnicas de aplicación ineficaces, como una pulverización desigual o incorrecta, pueden resultar en acabados irregulares. Además, el uso de materiales de pintura de baja calidad puede afectar la durabilidad y la apariencia del acabado, causando problemas a largo plazo en la protección y estética de los productos.

3.3.3 Impacto en la producción

- **Atrasos en la entrega:** Los atrasos en la entrega de los polines afectan negativamente la eficiencia operativa. Cuando los polines no se entregan a tiempo, los plazos contractuales pueden incumplirse, lo que afecta la reputación de la empresa. Estos atrasos no solo generan descontento entre los clientes, sino que también pueden resultar en la pérdida de futuros contratos, ya que los clientes buscarán proveedores más fiables.
- **Costos incrementados por fallas:** Las fallas en los productos incrementan significativamente los costos de producción. Las piezas defectuosas requieren retrabajo, lo que implica tiempo adicional y el uso de más recursos. Además, el

desperdicio de materiales debido a productos defectuosos aumenta los costos de producción. Las posibles devoluciones de productos defectuosos también generan costos adicionales y afectan la relación con los clientes.

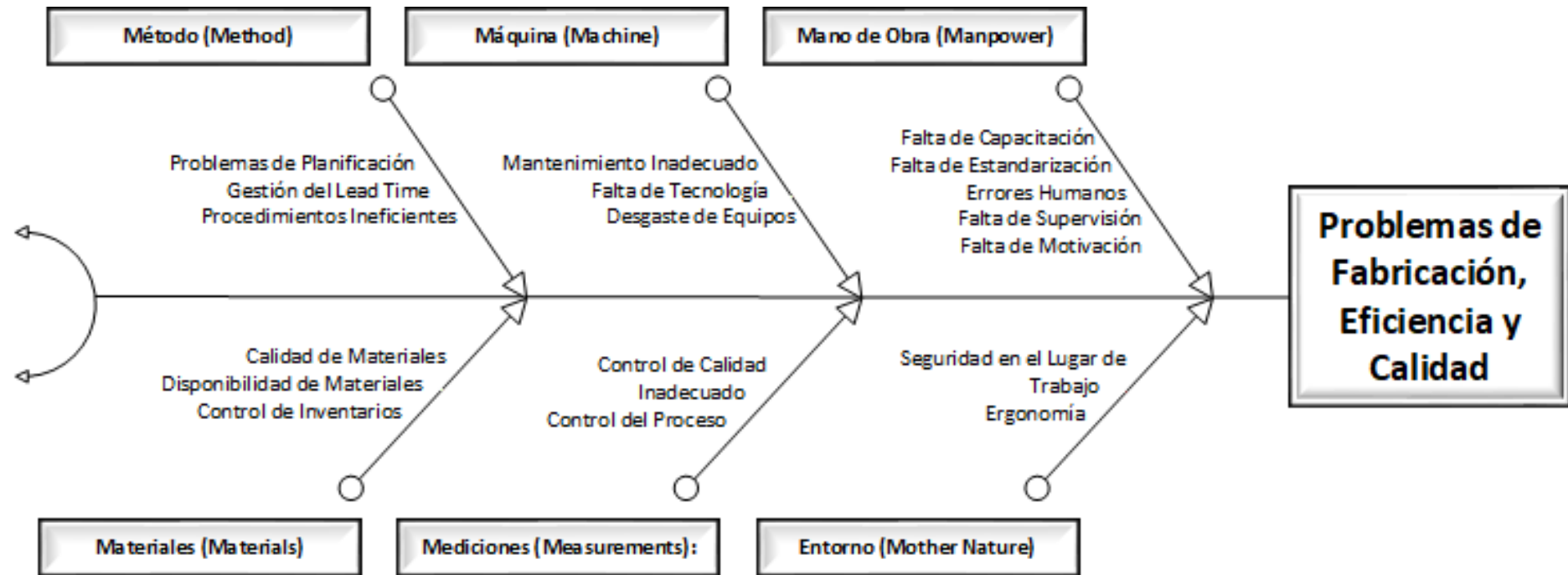
- **Satisfacción del cliente:** La satisfacción del cliente se ve seriamente afectada por los retrasos y las fallas en los productos. Los clientes esperan recibir productos de alta calidad y a tiempo. Cuando estos estándares no se cumplen, la confianza en la empresa disminuye, lo que puede resultar en una reducción de la lealtad del cliente y en una reputación dañada en el mercado.

En la industria manufacturera, la eficiencia y la calidad son dos pilares fundamentales para asegurar la competitividad y la satisfacción del cliente. Sin embargo, la presencia de problemas recurrentes en estos aspectos puede afectar significativamente la operación y la reputación de una empresa. Para identificar y analizar las posibles causas de estos problemas, se utiliza el diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado. Este método se centra en descomponer los factores contribuyentes en seis categorías principales conocidas como las 6M: Método (Method), máquina (Machine), mano de obra (Manpower), materiales (Materials), mediciones (Measurements) y entorno (Mother Nature).

A continuación, se presenta el diagrama de Ishikawa bajo el enfoque de las 6M.

Figura 7

Diagrama de Ishikawa



Fuente. Elaboración propia

Este análisis detallado mediante la metodología de las 6M permite identificar de manera estructurada las causas raíz de los problemas de fabricación, eficiencia y calidad, facilitando la implementación de medidas correctivas y preventivas para mejorar los procesos y resultados en la organización.

3.4 Desarrollo de la propuesta

Para optimizar los procesos de fabricación en la empresa metal-mecánica de Arequipa, se han identificado y analizado diversas causas que han afectado la eficiencia y la calidad. Basado en estos hallazgos, se presenta una propuesta integral que incluye diagramas de flujo, un plan de capacitación, una nueva distribución del layout y una evaluación de la eficiencia y calidad. A continuación, se detalla cada componente de la propuesta:

3.4.1 Plan de capacitación

El plan de capacitación es fundamental para garantizar que el personal de la empresa metal-mecánica esté debidamente preparado para implementar y operar bajo las nuevas metodologías y mejoras de los procesos de fabricación. Este plan se enfoca en desarrollar habilidades y conocimientos necesarios para aumentar la eficiencia y la calidad del trabajo realizado.

Objetivos

1. Proveer conocimientos sobre los nuevos procedimientos y estándares de calidad.
2. Desarrollar habilidades prácticas en el uso de nuevas tecnologías y equipos.
3. Mejorar la capacidad del personal para identificar y solucionar problemas de producción.
4. Fomentar una cultura de mejora continua y eficiencia operativa.

Alcance

Público objetivo:

- Operarios de producción
- Supervisores de línea
- Personal de mantenimiento
- Ingenieros de procesos
- Gerentes de planta

Cobertura:

- Todos los turnos de producción
- Áreas de maquinado, pintura, ensamblaje y control de calidad
- Personal administrativo relevante

Contenido del plan de capacitación

Módulos de capacitación:

1. **Introducción a las mejoras de procesos:**

- Objetivos de la optimización de procesos
 - Principios de Lean Manufacturing y Takt Time
 - Importancia de la estandarización y procedimientos
- 2. Técnicas y métodos de maquinado:**
- Uso y mantenimiento de nuevas máquinas herramientas
 - Procedimientos estandarizados de maquinado
 - Técnicas de precisión y reducción de variabilidad
- 3. Control de calidad y reducción de fallas:**
- Identificación y análisis de defectos comunes
 - Implementación de controles de calidad en línea
 - Métodos de resolución de problemas
- 4. Gestión del Lead Time y planificación de producción:**
- Estrategias para la gestión eficiente del lead time
 - Técnicas de planificación y programación de la producción
 - Herramientas para la gestión de recursos y tiempos
- 5. Manejo y aplicación de pintura:**
- Preparación de superficies y técnicas de aplicación
 - Uso de materiales de alta calidad
 - Aseguramiento de la uniformidad y adherencia
- 6. Seguridad y Ergonomía en el trabajo:**
- Normas de seguridad en la planta
 - Ergonomía y su impacto en la eficiencia
 - Prevención de riesgos laborales

Cronograma

El cronograma de capacitación se diseñará para asegurar que todos los empleados tengan acceso a la formación sin interrumpir las operaciones diarias. La capacitación se realizará en diferentes etapas para abordar cada área de necesidad de manera efectiva.

Semana 1-2:

- Módulo 1: Introducción a las mejoras de procesos (Sesiones teóricas y prácticas)
- Módulo 2: Técnicas y métodos de maquinado (Sesiones prácticas intensivas)

Semana 3-4:

- Módulo 3: Control de calidad y reducción de fallas (Simulaciones y talleres)
- Módulo 4: Gestión del Lead Time y planificación de producción (Seminarios y ejercicios de planificación)

Semana 5-6:

- Módulo 5: Manejo y aplicación de pintura (Demos y prácticas)
- Módulo 6: Seguridad y ergonomía en el trabajo (Charlas y prácticas)

Evaluaciones y seguimiento:

- Cada módulo incluirá evaluaciones prácticas y teóricas para medir el aprendizaje.
- Seguimiento continuo y refuerzos periódicos para asegurar la retención del conocimiento y la aplicación efectiva de las nuevas habilidades.

Tabla 9*Cronograma de capacitaciones*

Módulo	Periodo de Planificación (Semanas)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Introducción a las mejoras de procesos	x							
Técnicas y métodos de maquinado		x						
Control de calidad y reducción de fallas			x					
Gestión del Lead Time y planificación de producción				x				
Manejo y aplicación de pintura					x			
Seguridad y ergonomía en el trabajo						X		
Evaluaciones prácticas y teóricas							x	
Seguimiento continuo y refuerzos periódicos		x	x	x	x	X	x	x

Fuente. Elaboración propia

Este plan de capacitación proporcionará al personal las herramientas y el conocimiento necesarios para adaptarse a las mejoras en los procesos de fabricación, contribuyendo a una mayor eficiencia, calidad y seguridad en la planta de producción.

3.4.2 Nueva distribución del Layout

Para desarrollar una nueva distribución del Layout que optimice los procesos de fabricación en la empresa metal-mecánica, se utilizará el método Systematic Layout Planning (SLP). Este método permite un análisis detallado y sistemático de las necesidades y restricciones de la planta. A continuación, se detallan los subpuntos y el procedimiento a seguir:

I. Recolección de datos

Partiendo de la recopilación de datos específicos sobre cada actividad, como los requisitos de espacio y las necesidades de recursos. Se determinan los requerimientos espaciales de cada actividad, incluyendo las dimensiones físicas de los equipos y las áreas de trabajo.

Tabla 10

Tabla de dimensiones

Espacios	Dimensiones (m)	
	largo	Ancho
Oficina de seguridad	6.15	3.80
Comedor	4.00	2.40
Contenedor 2 niveles	6.00	2.40
SSHH	3.75	1.30
Almacén de descarga	10.00	6.00
Área desechos metálicos	10.00	4.80
Entrada	10.00	6.00
Área de operaciones	19.75	6.00
Área fabricación y montaje	10.00	6.00
Área de pintura	10.00	6.00
Área total	52.50	16.00

Fuente. Elaboración propia

Esta información es fundamental para planificar un Layout que satisfaga todas las necesidades operativas.

II. Análisis de relaciones







Se utilizan diagramas de relaciones para representar gráficamente la interdependencia entre las diferentes actividades.

Para elaborar la tabla relacional primero debemos de tener en cuenta la lista de valores y la tabla de motivos que se señalan a continuación

1. Contacto directo con personal
2. Por flujo de información
3. Porque utiliza los mismos equipos
4. Porque el proceso utiliza el mismo personal
5. Por conveniencia de la dirección
6. Por inspección y control
7. Por ruidos, salubridad
8. Por el recorrido de los productos
9. Distracciones e interrupciones
10. Por el volumen del producto

Tabla 11

Simbología diagrama de relaciones de actividad

Letras	Valores	Representación Gráfica
A	4 (Absolutamente necesario de que esté cerca)	
E	3 (Especialmente necesario de que esté cerca)	
I	2 (Importante de que esté cerca)	
O	1 (Proximidad normal)	
U	0 (Sin importancia)	-
X	-1 (No deseable que esté cerca)	
X	-2 (Indeseable que esté cerca)	

Fuente. Elaboración propia

Figura 8

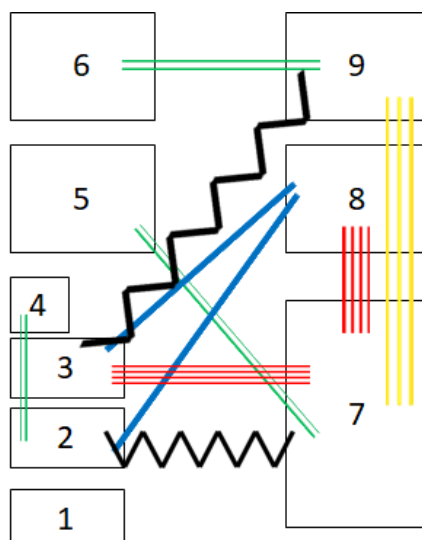
Tabla relacional



Fuente. Elaboración propia

Figura 9

Diagrama relacional



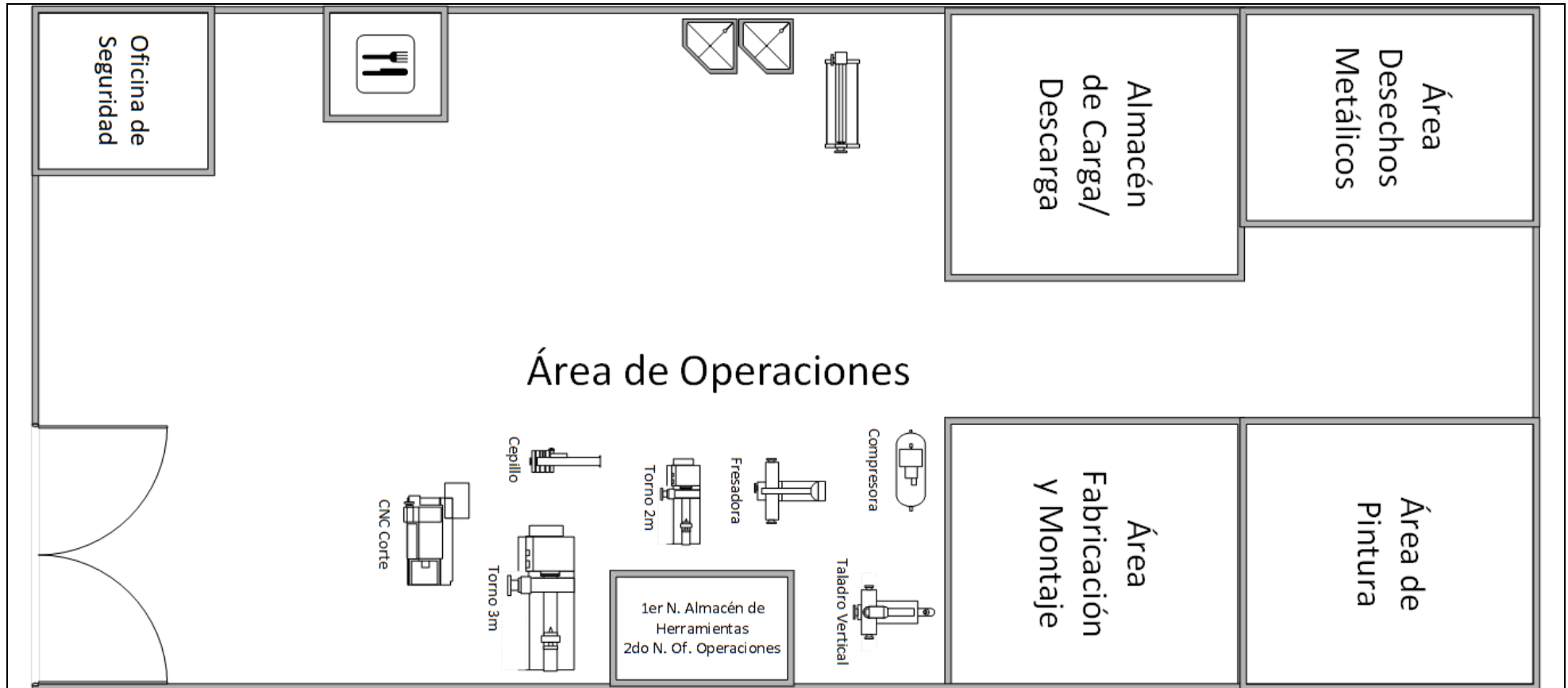
Fuente. Elaboración propia

III. Generación de alternativas de Layout

Se Desarrolla de diferentes configuraciones de Layout basadas en el diagrama relacional y los requerimientos de espacio.

Figura 10

1er Alternativa de Layout

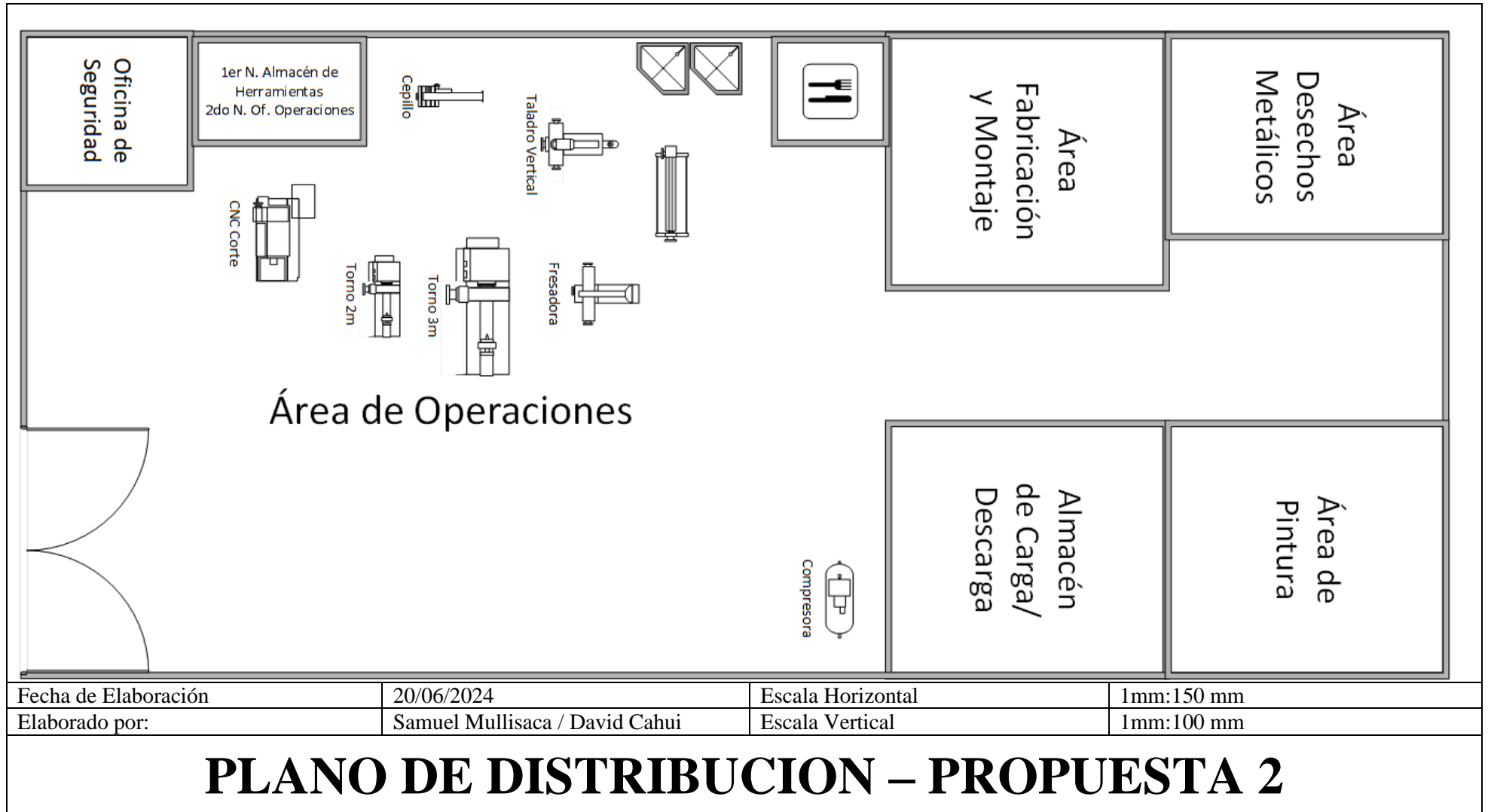


Fecha de Elaboración	20/06/2024	Escala Horizontal	1mm:150 mm
Elaborado por:	Samuel Mullisaca / David Cahui	Escala Vertical	1mm:100 mm

PLANO DE DISTRIBUCION – PROPUESTA 1

Figura 11

2da Alternativa de Layout



IV. Selección y optimización del Layout

Debido a que la mayoría de las dimensiones del plano están definidas, se limitó considerablemente la libertad de redistribución del Layout, para lo cual se consideró que el primer Layout propuesto realizó el mínimo de cambios posible centrándose en el área de operaciones y sus equipos, así como el almacén de herramientas y la oficina de operaciones.

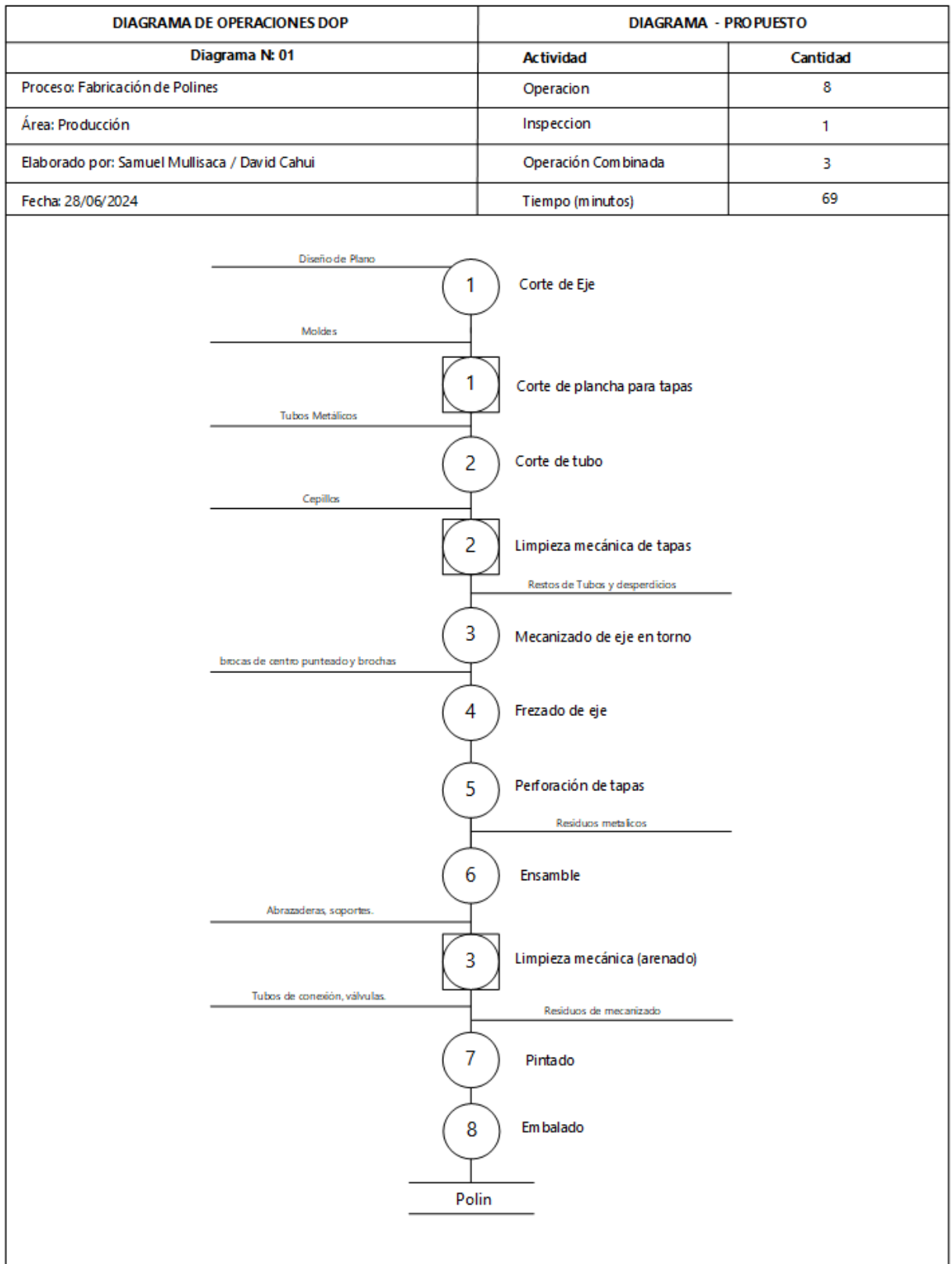
Por otro lado, también se consideró una propuesta más compleja en la que se requiere reubicar algunas áreas, para una mejor distribución de las mismas, en ambos casos se centró la distribución principalmente en el área de operaciones, reduciendo transportes y demoras como se mostrará posteriormente.

3.4.3 Diagramas propuestos

Se desarrollarán diagramas de operaciones y de actividades del proceso para identificar y eliminar pasos innecesarios, reduciendo tiempos de ciclo y optimizando la secuencia de operaciones. Estos diagramas permitirán visualizar claramente cada etapa del proceso de fabricación, destacando los tiempos de operación, espera y posibles cuellos de botella.

Figura 12

Diagrama de operaciones propuesto



Fuente. Elaboración propia

Figura 13

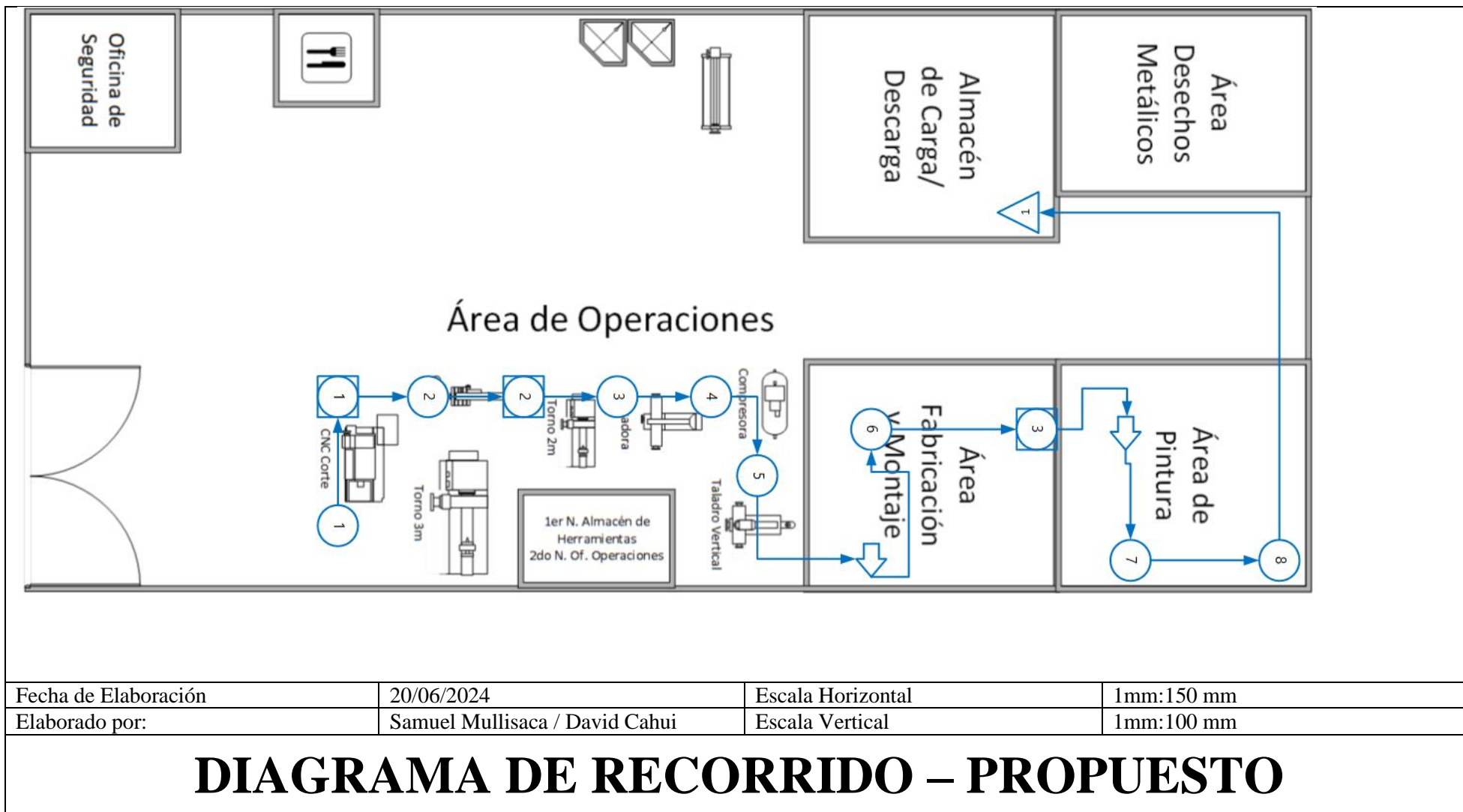
Diagrama de actividades propuesto

DIAGRAMAS DE ANÁLISIS Y PROCESOS (DAP) - PROPUESTO							
Diagrama N°: 04	Hoja N°	01 de 01	Resumen				
Proceso:	Fabricación de Polines	Actividad				Cantidad	
Área:	Produccion	Operación				8	
Elaborado por:	Mullisaca / Cahui	Transporte				4	
Fecha:	28/06/2024	Operación Combinada				3	
Tiempo (minutos)	83.75	Demora				1	
		Almacenaje				2	
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		○	⇒	◻	D	▽	
Diseño de plano							Según pedido
Corte de eje	5	X					Según diseño
Corte de plancha para tapas	4			X			Según diseño
Area de almacen de materiales	1.25					X	MP necesaria para el proceso
Area de Operaciones	1.25		X				
Corte de tubo	4	X					
Limpieza mecánica de tapas	2			X			
Mecanizado de eje en torno	10	X					por ambos lados para rodamiento
Frezado de eje	10	X					por ambos extremos
Perforación de tapas	15	X					Ambos lados y mecanizado de alojamiento (en torno)
Desechos Metalicos	3.75					X	
Area de fabricacion y montaje	1.75		X				Etapa final
Ensamble de partes del polín	5	X					Según diseño
Limpieza mecánica (arenado)	4			X			Acabados finales
Area de pintura	2		X				
Pintura	10	X					Protección contra corrosión
Embalaje	3	X					Protección en el transporte
Almacenamiento Producto final	1.75					X	Para su almacenamiento o envío

Fuente. Elaboración propia

Figura 14

Diagrama de recorrido propuesto



Como se puede evidenciar, al reducir los tiempos de espera la eficiencia aumenta de forma favorable, ya que el tiempo de ciclo se reduce al igual que el tiempo de operación, factores relevantes para el cálculo de la eficiencia del proceso.

3.4.4 Evaluación de eficiencia y calidad

Para finalizar con la evaluación de la eficiencia y calidad esperados con la propuesta, se divide en dos aspectos, la evaluación de la eficiencia. Partiendo del tiempo de espera propuesto, se realiza los siguientes cálculos.

$$Tiempo\ de\ espera = \sum_{j=1}^m Tiempo\ de\ espera(E_j)$$

$$Tiempo\ de\ espera = 11.75\ minutos$$

Continuando con el cálculo del tiempo de operación

$$Tiempo\ de\ operación = \sum_{i=1}^n Tiempo\ de\ operación(O_i)$$

$$Tiempo\ de\ operación = 72.0\ minutos$$

De igual manera el tiempo de ciclo nuevo calculado según los datos de la propuesta

$$TC = \sum_{j=1}^m Tiempo\ de\ espera(E_j) + \sum_{i=1}^n Tiempo\ de\ operación(O_i)$$

$$TC = 83.75\ minutos$$

Por último, el cálculo de la eficiencia del proceso que se espera obtener con la propuesta de mejora realizada

$$Eficiencia_{proceso} = \frac{\sum_{i=1}^n Tiempo\ de\ operación(O_i)}{TC} \times 100\%$$

$$Eficiencia_{proceso} = 85.97\%$$

Por otro lado, y respecto a la calidad, si proyectamos la producción según la nueva eficiencia del proceso y mantenemos la cantidad de fallas registradas tenemos una nueva tasa de fallas promedio de 13%.

Además, considerando que a través de la capacitación y la mejora de procesos se pretende menguar las principales causas de fallas, por lo cual podemos estimar que la tasa de fallas se reducirá significativamente con la propuesta.

Tabla 12

Producción estimada y tasa de defectos

	M1	M2	M3
Producción Est.	544	623	589
Cantidad de fallas	72	88	72.8
Tasa de defectos	13.24%	14.13%	12.36%

Fuente. Elaboración propia

De tal manera, se obtienen los siguientes resultados, respecto a los tiempos de operación, espera y eficiencia del proceso.

Tabla 13

Resumen de indicadores de la propuesta

	Actual	Propuesto
Tiempo de ciclo	97.5	83.75
Tiempo de espera	23.5	11.75
Tiempo de operación	74	72
Eficiencia del proceso	75.90%	85.97%
Tasa de defectos	15%	13%

Fuente. Elaboración propia

Observando una clara mejora en la propuesta, donde se destaca que la eficiencia mejora de 75.9% a 85.97%, siendo una mejora de aproximadamente del 10%, además la tasa de defectos se reduce en un 2%, considerando únicamente la mejora en la eficiencia, ya que se espera que se reduzca más con ayuda de las capacitaciones.

3.5 Presupuesto

Para implementar las mejoras propuestas en los procesos de fabricación de la empresa metal-mecánica, se requiere un presupuesto que cubra tanto el plan de capacitación del personal como la redistribución del layout de la planta. A continuación, se detallan los costos estimados asociados a cada uno de estos componentes:

Tabla 14*Resumen de presupuesto estimado*

Concepto	Costo Estimado S/.
4.5.1 Costos del plan de capacitación	
Contratación de instructores	1,500
Materiales de capacitación	200
Incentivos para los participantes	500
Total de costos de capacitación	2,200
4.5.2 Costos de redistribución del Layout	
Mano de obra para redistribución	1,500
Equipos y herramientas necesarias	500
Total de costos de redistribución del Layout	2,000
Presupuesto total	4,200

Fuente. Elaboración propia

Este presupuesto refleja una inversión para la mejora de los procesos de fabricación, con un enfoque en la capacitación del personal y la optimización del Layout de la planta. Se espera que estas inversiones resulten en una mejora sustancial de la eficiencia y calidad de los procesos de producción, lo que a su vez debería traducirse en un aumento de la productividad y la satisfacción del cliente.

3.6 Evaluación costo-beneficio

Para realizar la evaluación costo-beneficio de la inversión en función de los indicadores propuestos y el presupuesto estimado, se realizó el siguiente análisis:

1. Traducción de las mejoras en términos monetarios

Primero, traducimos las mejoras en términos monetarios. Para esto, se puede utilizar un enfoque basado en la reducción de costos debido a la mejora en la eficiencia del proceso y la disminución en la tasa de defectos.

A. Reducción de costos por mejora en la eficiencia del proceso

- **Eficiencia actual:** 75.90%
- **Eficiencia propuesta:** 85.97%
- **Incremento en la eficiencia:** $85.97\% - 75.90\% = 10.07\%$

Considerando que la empresa produjo en el primer trimestre 1550 con la propuesta se estima una producción de 1755 cuyo valor de venta unitario es de S/. 120.00 (Incluyendo IGV), además el costo de producción es de S/. 80.50

$$\text{Incremento prod.} = \Delta \text{Numero de polines} (\text{Costo de Venta} - \text{Costo de fabricación})$$

$$\text{Incremento prod.} = 205 (120 - 80.50)$$

$$\text{Incremento prod.} = \text{S}/.1185.00$$

B. Reducción de costos por disminución en la tasa de defectos

Considerando que al presentarse defectos en el producto el costo de fabricación se considera costo del fallo debido a la necesidad de una reproducción, para este caso se estima que con la propuesta se deduzcan la tasa de defectos en:

- **Tasa de defectos actual:** 15%
- **Tasa de defectos propuesta:** 13%
- **Reducción en la tasa de defectos:** 15% - 13% = 2%

$$\text{Ahorro} = \Delta \text{Cantidad} \times \text{costo de fabricación} \times \text{tasa de defectos}$$

$$\text{Ahorro} = 205 \times 80.50 \times 2\%$$

$$\text{Ahorro} = \text{S}/.330.05$$

2. Evaluación costo-beneficio

Ahora evaluamos el costo-beneficio considerando el presupuesto total (donde la capacitación se realizará en 2 periodos) y los beneficios anuales:

Tabla 15

Evaluación económica

	Periodo de evaluación (Trimestres)				
	0	1	2	3	4
Incremento de producción		1185	1185	1185	1185
Ahorro (reducción de defectos)		330.05	330.05	330.05	330.05
Total de costos de capacitación		1100	0	1100	0
Total de costos de redistribución del Layout	2,000	0	0	0	0
Flujo resultante	-2,000	415.05	1515.05	415.05	1515.05

Para lo cual se consideró una tasa de rendimiento mínimo de 15% debido a que los directivos de la empresa consideran dicho valor mínimo para realizar una inversión, con lo cual obtenemos los siguientes indicadores económicos:

Tabla 16

Evaluación económica- indicadores

Indicador	Valor
Valor Actual Neto (VAN)	976.06
Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	0.28
Beneficio Costo B/C	1.49

La tabla presenta tres indicadores clave para evaluar la viabilidad financiera de un proyecto de inversión:

El VAN es un indicador que mide el valor presente de los flujos de caja futuros que generará un proyecto, descontados al valor presente utilizando una tasa de descuento específica. Un VAN positivo, en este caso 976.06, indica que el proyecto generará un valor neto adicional de S/. 976.06, después de cubrir todos los costos de inversión y operación. Esto sugiere que el proyecto es rentable y que se recomienda llevarlo a cabo.

La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero. En otras palabras, es la tasa de rentabilidad esperada del proyecto. Una TIR de 28% indica que el proyecto generará un retorno anual del 28% sobre la inversión inicial. Si esta TIR es mayor que la tasa mínima de rendimiento requerida (o el costo de capital), el proyecto es financieramente viable.

El índice beneficio-costos (B/C) compara el valor presente de los beneficios futuros con el valor presente de los costos. Un B/C de 1.49 significa que, por cada sol invertido, el proyecto generará S/. 1.49 en beneficios. Como este valor es mayor que 1, indica que los beneficios superan los costos, lo que refuerza la idea de que el proyecto es rentable y debería ser considerado para su implementación.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Tras realizar un exhaustivo análisis de los procesos de fabricación en la empresa metal mecánica, se ha identificado una serie de áreas críticas que afectan tanto la eficiencia como la calidad del producto. Este diagnóstico ha proporcionado una visión clara de los puntos débiles que requieren atención inmediata.

SEGUNDA: Se han identificado diversas causas subyacentes que contribuyen a los problemas encontrados en los procesos de fabricación, incluyendo deficiencias en la capacitación del personal, métodos obsoletos de producción y diseño de Layout ineficiente. Estas causas han sido categorizadas y analizadas para comprender su impacto en la operatividad y calidad del producto.

TERCERA: La propuesta de mejora se centra en la implementación de un plan integral que incluye capacitación específica para el personal, la aplicación del método SLP para mejorar el diseño del Layout y la utilización de diagramas como el DAP, DOP y diagrama de recorrido para visualizar y optimizar los procesos. Estas mejoras están diseñadas para incrementar la eficiencia operativa y elevar los estándares de calidad del producto.

RECOMENDACIONES

- Establecer un sistema de gestión de mejora continua que incluya revisiones periódicas de procesos, retroalimentación de empleados y ajustes continuos basados en datos para mantener la eficiencia y calidad a lo largo del tiempo.
- Actualizar y mejorar la tecnología y maquinaria utilizada en los procesos de fabricación para aumentar la precisión, reducir tiempos de ciclo y minimizar errores. Esto puede incluir la automatización de ciertos procesos clave y la implementación de sensores para monitorear la calidad en tiempo real.
- Ampliar y fortalecer el programa de capacitación para el personal, enfocándose en habilidades técnicas específicas, gestión eficiente del tiempo y uso adecuado de las nuevas tecnologías. Esto garantizará que el equipo esté bien preparado para enfrentar los desafíos actuales y futuros en la fabricación.
- Realizar un estudio de tiempos y movimientos para mejorar los procedimientos preestablecidos de fabricación de los distintos productos que ofrece la empresa.
- Establecer y reforzar un sistema de control de calidad que incluya inspecciones regulares, pruebas de calidad en todas las etapas del proceso y retroalimentación inmediata para corregir desviaciones. Esto asegurará que los productos fabricados cumplan consistentemente con los estándares de calidad exigidos por los clientes y el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABARCA, L. (2023, 18 de julio). ¿Qué es un Procedimiento Operativo Estándar (SOP)? ¿Qué es un Procedimiento Operativo Estándar (SOP)? <https://www.praxedo.es/blog/que-es-un-procedimiento-operativo-estandar-sop/>
- AFFONSO, A. Ingeniería de métodos: optimización de la producción. gestão estratégica e sustentabilidade corporativa [en línea]. 7 de noviembre de 2023 [consultado el 3 de junio de 2024]. Disponible en: <https://professorannibal.com.br/2023/11/07/ingenieria-de-metodos-optimizacion-de-la-produccion/#:~:text=El%20principal%20objetivo%20de%20la,de%20trabajo%20eficientes%20y%20seguros.>
- ALBAN, G.; ARGUELLO, A.; MOLINA, N. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 2020, 4(3), 163-173. ISSN (electrónico) 2588-073X. Disponible en [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- ALIMIAN, M., GHEZAVATI, V. y TAVAKKOLI, R. New integration of preventive maintenance and production planning with cell formation and group scheduling for dynamic cellular manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems* [en línea]. 2020, **56**, 341–358 [consultado el 3 de junio de 2024]. ISSN 0278-6125. Disponible en: [doi:10.1016/j.jmsy.2020.06.011](https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.06.011)
- BARTLEY, J. y DAIKER, M. Analysis. En línea. En: *The CAHIMS Review Guide*, pp. 61–76. 2a ed. New York: Productivity Press, 2022. ISBN 9780429443862. Disponible en: <https://doi.org/10.4324/9780429443862-7>. [consultado el 22/05/2024].
- BORDA, Pablo, et al. Estrategias para el análisis de datos cualitativos. *Universidad de Buenos Aires*. Facultad de Ciencias Sociales. Instituto de Investigaciones Gino Germani, 2017. ISBN 978-950-29-1602-6
- CABEZA, D. y RONCANCIO, P. Diseño de propuesta de mejora para el proceso de producción en la panadería Ruby mediante un estudio de métodos y tiempos. [Trabajo de Grado], 2024. ISSN 0124-7255
- CANDIDO, E., RANGEL O., TOLEDO, M., TORRES, J. CAIRO, A. Systematic lymphadenectomy for intermediate risk endometrial carcinoma treatment does not improve the oncological outcome. En línea. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*: X, **3** (julio de 2019), p. 100020. ISSN 2590-1613. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eurox.2019.100020>. [consultado el 24/05/2024].
- CASIMIRO, M. y MIRANDA, K. Implementación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la línea de operaciones en una empresa metal mecánica. [Trabajo de Grado], 2022. ISSN: 1992-2159

- CEJAS, R. (2024, 21 de enero). BPM para la Estandarización de Procesos Productivos: Un Camino Hacia la Eficiencia y Mejora Continua. Flokzu. <https://flokzu.com/es/manufactura/bpm-para-la-estandarizacion-de-procesos-productivos-un-camino-hacia-la-eficiencia-y-mejora-continua/>
- CÉLLERI, A. Propuesta de rediseño para mejorar la competitividad en una empresa metalmeccánica de Guayaquil. 2023. Tesis de Maestría.
- CHINNA, K. et al. Influence of Equal Channel Angular Extrusion on Mechanical Characteristics and Associated Microstructural Changes of Aluminum, Copper, Titanium and Magnesium Alloys and Their Metal Matrix Composites—A Review. *Journal of Testing and Evaluation* [en línea]. 2022, 51(2), 20210591 [consultado el 10 de junio de 2024]. ISSN 0090-3973. Disponible en: doi:10.1520/jte20210591
- CHIPANA BACA, N & RUIZ, J. Aplicación de la ingeniería de métodos para aumentar la producción de poleras en el área de costura en una empresa textil. 2020.
- CÓRDOVA, L. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo-2020. 2021.
- CROW, G. Procesos Industriales. National Major San Marcos University [en línea]. 2024 [consultado el 3 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.collegesidekick.com/study-docs/3754210>
- CRUZ-SOLÍS, E. et al. Technical feasibility for a service company through the systematic planning method for plant distribution (SLP). *Journal Industrial Organization* [en línea]. 2022, 34–43 [consultado el 10 de junio de 2024]. ISSN 2524-2105. Disponible en: doi:10.35429/jio.2022.11.6.34.43
- DAZA, D. Diseño de una propuesta para mejorar el proceso productivo en la empresa Manufacturas para Cereales SA mediante herramientas Lean manufacturing. [Trabajo de Grado], 2021. ISSN 2422-3158
- DEMIDOVA, M. Results and Evaluation. En línea. *Vestnik RFFI*, vol. 1 (2022), n.º 113. ISSN 2410-4639. Disponible en: <https://doi.org/10.22204/2410-4639-2022-113-01-104-113>. [consultado el 22/05/2024].
- DIAMETRAL. Metalmeccánica: Situación Actual en el Perú [2023]. Diametral.pe [en línea]. 2024 [consultado el 3 de junio de 2024]. Disponible en: <https://diametral.pe/blog/industria-metalmeccanica-peru/>
- DUQUE, C. y OSORIO, J. Propuesta de mejora bajo la metodología lean manufacturing en el área de producción de la empresa de Proimpo SAS. 2021.
- DUTTA, S., SAXENA, B. y CHOUDHURY B. Energy Efficiency and Conservation in Metal Industries [en línea]. Boca Raton: CRC Press, 2022 [consultado el 14 de mayo de 2024]. ISBN 9781003157137. Disponible en: doi:10.1201/9781003157137
- EISNER, M. (2021, 5 de mayo). Cómo mejorar la eficiencia de los procesos. ProcessMaker. <https://www.processmaker.com/es/blog/improve-process-efficiency/>

- FAJAR, M. y NUGRAHA, E. Analisis Dan Usulan Perencanaan Tata Letak Pabrik Bagian Produksi Menggunakan Metode Systematic Layout Planning (SLP) Di PT.ABC. *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri* [en línea]. 2023, 7(2), 161–171 [consultado el 10 de junio de 2024]. ISSN 2579-5732. Disponible en: doi:10.37090/indstrk.v7i2.964
- GALLEGO, K., PABÓN, P. Propuesta de mejoramiento para reducir el tiempo de producción y entrega de los productos que se fabrican con mayor rotación en una empresa metalmecánica. 2023.
- GIUTTARI, A. Diseño y distribución de planta para mejorar la productividad del proceso de fabricación de estructuras metálicas en una empresa metalmecánica. 2021.
- HENDERSON, B., RALYTÉ, J. y ROSSI, M. Method Engineering as a Social Practice. En línea. En: *Situational Method Engineering*, pp. 53–68. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. ISBN 9783642414664. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-642-41467-1_3. [consultado el 22/05/2024].
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA M. Metodología de la investigación. - 6. edición. 6ª ed. Mexico DF: McGraw Hill Education, 2014. ISBN 9781456223960.
- HUAIRE Inacio, Edson Jorge Huaire. Método de investigación. 2019. ISBN 1684-0933
- LOPES, N. y MONTEIRO. Extreme Makeover in a health center: LEAN methodology applied to clinical practice. En línea. *Rural and Remote Health*, enero de 2023. ISSN 1445-6354. Disponible en: <https://doi.org/10.22605/rrh8176>. [consultado el 22/05/2024].
- MAMANI, K. Propuesta de mejora en la fabricación de tanques de almacenamiento vertical empernado para optimizar el proceso productivo en una empresa metalmecánica Arequipa 2024. [Tesis Doctoral] Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. 2024. ISSN 2518-2811
- MARIATEGUI, M. y TAPIA, A. Propuesta de mejora basada en la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la fabricación de husillos de cobre en la empresa Tamefisa. [Trabajo de Grado], Repositorio Institucional UPN 2021. [fecha de consulta: 14 de mayo de 2024]. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24898>
- MÁRQUEZ, M.; HERNÁNDEZ, M.; DOMÍNGUEZ, S. Optimización del aprovechamiento de perfiles de acero en procesos de producción. *Conciencia Tecnológica*, 2022, no 63, p. 8.
- MECALUX. ¿Qué es el 'lead time' en logística? Cómo optimizarlo. *Estanterías Metálicas y Sistemas de Almacenaje - Mecalux.pe* [en línea]. 2021 [consultado el 3 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.mecalux.pe/blog/lead-time-logistica>
- MEDINA, J. Propuesta de mejora del proceso de Producción de Winches de Izaje para incrementar la entrega a tiempo de sus pedidos usando herramientas Lean y de control de procesos en la industria metalmecánica.
- MONTOYA-REYES, M., GONZÁLEZ, A., MENDOZA, M. SAMANIEGO, M. LÓPEZ, J. Method engineering to increase labor productivity and eliminate downtime. En línea. *Journal of*

- Industrial Engineering and Management, **13** (mayo de 2020), n.º 2, p. 321. ISSN 2013-0953. Disponible en: <https://doi.org/10.3926/jiem.3047>. [consultado el 22/05/2024].
- NOBUHARA, M., KAMADA, K., KASAKI, S.. Application of Lean Product Development to Strength Design. En línea. The Proceedings of Design & Systems Conference, vol. 2022.32 (2022), p. 2201. ISSN 2424-3078. Disponible en: <https://doi.org/10.1299/jsmedsd.2022.32.2201>. [consultado el 22/05/2024].
- NOVO, USS. Guía de Entrevistas – NOVO USS. En línea. NOVO USS. 2022. Disponible en: <https://novo.uss.cl/innovakit/guia-de-entrevistas/>. [consultado el 24/05/2024].
- NUÑEZ, J. Propuesta de mejora de los procesos de confección de la empresa textil RMZA inversiones mediante ingeniería de métodos para incrementar la productividad, Arequipa 2021. 2023. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0e8c690d-11fc-436b-be52-4020c32c9883/content>
- OBANDO, R. (2022, 6 de diciembre). Qué es la estandarización de procesos, cómo aplicarla y ejemplos. [blog.hubspot.es](https://blog.hubspot.es/sales/estandarizacion-de-procesos). <https://blog.hubspot.es/sales/estandarizacion-de-procesos>
- QUIROA, M. (2020, 1 de abril). Cuello de botella (producción). Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/cuello-de-botella-produccion.html>
- REHMAN, S. Performance Measurement and Evaluation. En línea. En: Strategic Supply Chain Management, pp.207–232. Cham: Springer International Publishing, 2019. ISBN 9783030150570. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15058-7_9. [consultado el 22/05/2024].
- RIVAS, A. Biotechnology for Metal Mechanic Industrial Wastes. En línea. En: Biotechnology for Treatment of Residual Wastes Containing Metals, pp. 99–108. New York: River Publishers, 2022. ISBN 9781003337386. Disponible en: <https://doi.org/10.1201/9781003337386-5>. [consultado el 22/05/2024].
- RURALVIA. La competencia entre las grandes empresas tecnológicas. El Blog Ruralvía [en línea]. 30 de octubre de 2023 [consultado el 14 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://blog.ruralvia.com/competencia-gigantes-tecnologicos/>
- SEMINARIO M., SOTO A. Production Model Based on Total Productive Maintenance and Systematic Layout Planning to Increase Productivity in the Metalworking Industry. 2023. ISBN 1840647515
- SOUZA, J. y GIACOMONI, C. Análise documental como ferramenta metodológica em história da educação: um olhar para pesquisas locais. En línea. Cadernos CERU, vol. 32 (agosto de 2021), n.º 1, pp. 139–156. ISSN 2595-2536. Disponible en: <https://doi.org/10.11606/issn.2595-2536.v32i1p139-156>. [consultado el 22/05/2024].
- SUN, C., Yang, Z.,Y. y Wu, H. (2021). Mechanical alloying of the immiscible Cu-60wt%Cr alloy: Phase transitions, microstructure, and thermodynamic characteristics. Materials Today Communications, 27, 102436. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2021.102436>

- SYDLE. (2021, 20 de julio). Estandarización de procesos: ¿cómo aplicarla y cuál es la mejor herramienta para ello? *GESTION POR PROCESOS*.
<https://www.sydle.com/es/blog/estandarizacion-de-procesos-60f723cfb2503757979bb13b>
- TORRES, J. Propuesta de mejora del proceso productivo metalmecánico de una empresa dedicada a la fabricación de termas solares para la optimización en la productividad, Arequipa 2019. 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ba9619c4-e410-409d-b239-4da3422ff0dc/content>
- VELÁZQUEZ-MANCILLA, J., FIERRO, M. & CHÁVEZ, J. Estandarización del proceso de confección, a través de la ingeniería de métodos, para aumentar la productividad, en una empresa del ramo textil en el estado de Puebla. *Revista de Ingeniería*, 2020, vol. 4, no 13, p. 1-7.
- VILLAVICENCIO, D.; SOLER, V.; BERNABEU, E. Metodología para elaborar un plan de mejora continua. *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, 2017, **1**(50-56). ISSN: 2254 – 3376.
- ZHANG, G. y ZHAO, W. Special Issue on “Modeling, Optimization and Design Method of Metal Manufacturing Processes”. *Processes* [en línea]. 2022, **10**(11), 2461 [consultado el 14 de mayo de 2024]. ISSN 2227-9717. Disponible en: [doi:10.3390/pr10112461](https://doi.org/10.3390/pr10112461)

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Pregunta General</p> <p>¿En qué medida el diseño de mejora de métodos optimizará los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica Arequipa,2024?</p> <p>Preguntas Específicas</p> <p>a) ¿Cuál es la situación actual de los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica Arequipa,2024?</p> <p>b) ¿Cuáles son las causas de los problemas encontrados en los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica Arequipa,2024?</p> <p>c) ¿Qué mejoras se pueden proponer en los procesos de fabricación de una empresa metal mecánica?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Diseñar una Propuesta de Mejora de métodos para optimizar los procesos de Fabricación en una Empresa Metal-Mecánica en Arequipa-2024.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>a) Diagnosticar la situación actual de los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica. Arequipa-2024.</p> <p>b) Identificar las causas de los problemas encontrados en la empresa metal mecánica. Arequipa-2024.</p> <p>c) Proponer una mejora de método para optimizar los procesos de fabricación en empresa metal mecánica. Arequipa-2024.</p>	<p>INDEPENDIENTE:</p> <p>Propuesta de Mejora</p> <p><i>Diagramas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de ciclo - Tiempo de Espera - Tiempo de Operación - Eficiencia del Proceso <p><i>Capacitación</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de cumplimiento del programa de capacitación <p><i>Método SLP</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Layout <p>DEPENDIENTE</p> <p>Procesos de fabricación</p> <p><i>Eficiencia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de Ciclo - Eficiencia del Proceso <p><i>Calidad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tasa de Defectos 	<p>El estudio ha adoptado un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, con el fin de proporcionar una comprensión más completa y detallada del fenómeno en estudio. El diseño de la investigación es no experimental y de corte transversal, recopilando datos en un único momento para describir variables y analizar su impacto y relación en la situación específica estudiada</p>

Anexo 02: Guía de Entrevista

Título de la Investigación: Diseño de mejora de métodos para optimizar los procesos de fabricación en una empresa metal mecánica.

Objetivo de la Entrevista: Identificar las problemáticas actuales y las áreas de mejora en los procesos de fabricación de la empresa metal mecánica, con el fin de desarrollar una propuesta de mejora efectiva.

Sección 1: Información General del Entrevistado

1. Nombre:
 2. Cargo:
 3. Departamento:
 4. Años de experiencia en la empresa:
-

Sección 2: Diagnóstico de Procesos Actuales

1. Descripción del Proceso
 - ¿Puede describir brevemente su rol y responsabilidades en el proceso de fabricación?
 - ¿Cuáles son las etapas principales del proceso de fabricación en las que está involucrado?
 2. Identificación de Problemas
 - ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta en el proceso de fabricación?
 - ¿Ha notado cuellos de botella o etapas que ralentizan el proceso? ¿Cuáles son?
 3. Eficiencia Operativa
 - ¿Cómo describiría la eficiencia de los procesos actuales?
 - ¿Hay etapas específicas donde se observa una pérdida de tiempo o recursos?
-

Sección 3: Evaluación de Calidad y Estándares

4. Control de Calidad
 - ¿Qué métodos se utilizan actualmente para asegurar la calidad del producto?
 - ¿Con qué frecuencia se encuentran defectos en los productos? ¿Cuáles son las causas más comunes?
-

Sección 4: Capacitación y Competencia del Personal

5. Capacitación
 - ¿Qué tipo de capacitación ha recibido recientemente?

6. Estandarización de Procesos

- ¿Existen procedimientos estandarizados claros para cada etapa del proceso de fabricación?
 - ¿Qué tan seguido se actualizan estos procedimientos?
-

Sección 5: Disponibilidad y Uso de Recursos

7. Recursos y Herramientas

- ¿Cuenta con los recursos necesarios (maquinaria, herramientas, materiales) para realizar su trabajo de manera eficiente?
- ¿Existen problemas relacionados con la disponibilidad o mantenimiento de estos recursos?

8. Tecnología y Automatización

- ¿Qué tecnología se utiliza actualmente en el proceso de fabricación?
 - ¿Cree que la implementación de nuevas tecnologías podría mejorar el proceso?
¿Cómo?
-

Cierre de la Entrevista:

9. Comentarios Adicionales

- ¿Hay algún otro comentario o sugerencia que le gustaría añadir respecto a los procesos de fabricación y áreas de mejora?

Agradecimiento: - Agradecemos su tiempo y colaboración para esta entrevista. Su perspectiva es valiosa para el éxito de esta investigación.

Esta guía de entrevista está diseñada para obtener una visión integral de los problemas actuales y las posibles áreas de mejora en los procesos de fabricación de una empresa metal mecánica. Las respuestas obtenidas serán fundamentales para desarrollar una propuesta de mejora efectiva y alineada con las necesidades y objetivos de la empresa.

Anexo 03: Fotografías de las instalaciones y Equipos

Figura 15

Aceros De Aleación



Fuente. Empresa Metalmecánica

Figura 16

FRESADORA UNIVERSAL DE DOBLE HUSILLO Y TRANSMISIÓN INDEP



Fuente. Empresa Metalmecánica

Figura 17

CNC máquina de corte por plasma



Fuente. Empresa Metalmecánica

Figura 18

Cepillos Mecánicos



Fuente. Empresa Metalmecánica

Figura 19

Taladro vertical



Fuente. Empresa Metalmecánica

Figura 20

Tornos



Fuente. Empresa Metalmecánica