

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA
METALMECÁNICA**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Hans Brent Tenorio Caro

ASESOR:

Cesar Augusto Corrales Riveros

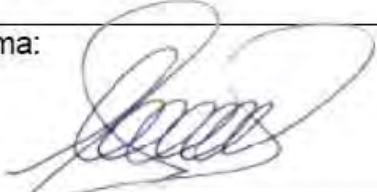
Lima, 2026

Informe de Similitud

Yo, César Augusto Corrales Riveros, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor del trabajo de investigación titulado **ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA**, del autor **Hans Brent Tenorio Caro**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 24/02/2026.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 25 de Febrero de 2026

| | |
|---|--|
| Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Corrales Riveros, César Augusto</u> | |
| DNI:07218351 | Firma:  |
| ORCID: 0000-0002-1508-8100 | |



DEDICATORIA

Dedicado a las personas más importantes de mi vida, quienes fueron el impulso necesario para lograr este objetivo.

Arturo, Edith y Napito.

Con cariño de su querido hijo y hermano mayor.



RESUMEN

La industria metalmecánica es un pilar clave en la economía peruana, al proveer bienes y servicios esenciales para sectores como la construcción, minería y manufactura. No obstante, enfrenta desafíos estructurales que afectan su competitividad, entre ellos la alta informalidad laboral y la deficiente planificación en la gestión operativa y productiva. Además, factores externos como la pandemia de la COVID-19 y la desaceleración del sector han generado un crecimiento inestable, con variaciones significativas entre 2019 y 2023. En este contexto, resulta crucial la implementación de estrategias de optimización que mejoren la eficiencia de los procesos productivos y el uso de los recursos, garantizando así la sostenibilidad y competitividad de las empresas del sector.

El presente estudio tiene como objetivo analizar y optimizar la gestión y la planificación de requerimientos en una empresa metalmecánica que, debido a su crecimiento desordenado, ha operado de manera intuitiva y sin un sistema estructurado de control. Para ello, se identificaron los principales problemas operativos mediante herramientas de ingeniería industrial como el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa.

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, combinando observación directa, análisis documental y aplicación de metodologías de mejora continua. Se implementaron estrategias como la metodología 5S, enfocada en la organización y eliminación de desperdicios en el área de almacén de la Empresa; Kaizen Blitz, para la mejora rápida en la planificación y ejecución de tareas; y un sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) dentro de un ERP, que permitió optimizar la gestión de materiales, herramientas y EPP'S, reducir compras de emergencia y mejorar la disponibilidad de insumos. Estas estrategias se orientaron a minimizar los tiempos improductivos, mejorar la eficiencia en el uso de recursos y fortalecer la capacidad operativa de la empresa.

Los resultados evidenciaron una mejora significativa en la eficiencia operativa de la empresa, reflejada en una reducción del 35% reducción de los tiempos improductivos, optimización del uso de recursos y una mejor planificación de los procesos. El análisis económico de las propuestas, proyectada en un horizonte de 3 años, mostró un Valor Presente Neto (VPN) de S/ 50,913 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 33%, lo que confirma la viabilidad del proyecto.

INDICE

| | |
|--|----|
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | vi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO | 2 |
| 1.1 Mejora Continua de los Procesos..... | 2 |
| 1.1.1 Beneficios..... | 2 |
| 1.1.2 Ciclo de Deming | 2 |
| 1.2. Herramientas de diagnóstico de procesos | 3 |
| 1.2.1. FODA..... | 3 |
| 1.2.2. Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa)..... | 5 |
| 1.2.3. Diagrama de Flujo..... | 6 |
| 1.2.4. Diagrama de Pareto | 8 |
| 1.3. Planeamiento de requerimiento de Materiales (MRP) | 9 |
| 1.3.1. Demanda de Productos..... | 10 |
| 1.3.2. Datos de Entrada | 10 |
| 1.3.3. Datos de Salida..... | 12 |
| 1.4. Teoría de Restricciones (TOC) | 13 |
| 1.5. Just In Time (JIT)..... | 14 |
| 1.6. Lean Manufacturing..... | 16 |
| 1.6.1. Aspectos generales | 16 |
| 1.6.2. Herramientas de Lean Manufacturing | 18 |
| 1.6.2.1. Kaizen..... | 18 |
| 1.6.2.2. Las 5's | 18 |
| 1.7. Matriz FACTIS | 22 |
| 1.8. Control de Materiales..... | 23 |
| 1.8.1. Sistema ABC..... | 23 |
| CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA | 25 |
| 2.1 Sector y Actividad económica..... | 25 |
| 2.2 Descripción general de la Empresa | 25 |
| 2.3 Principios Organizacionales..... | 26 |
| 2.4 Estructura Organizacional de la empresa | 27 |
| 2.5 Entidades que participan en el modelo de negocio | 29 |
| 2.5.1 Mapa relacional del Negocio..... | 29 |
| 2.5.2 Clientes | 30 |
| 2.5.3 Proveedores | 30 |
| 2.5.4 Competencia..... | 31 |
| 2.5.5 Empleados..... | 31 |
| 2.6 Recursos de la empresa | 31 |
| 2.6.1 Materiales principales que se consumen | 31 |

| | |
|--|------------|
| 2.7 Descripción de los procesos o procedimientos principales que realiza la empresa | 33 |
| 2.7.1 Clasificación general de procesos de negocio y de soporte..... | 33 |
| 2.7.2 Proceso principal..... | 34 |
| 2.7.3 Flujograma de los procesos involucrados en la empresa..... | 35 |
| CAPITULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA | 37 |
| 3.1. Análisis del Macroentorno | 37 |
| 3.2. Análisis del Microentorno..... | 38 |
| 3.3. Diagnóstico | 40 |
| 3.3.1. Mapeo de Procesos..... | 40 |
| 3.3.2. Gestión de Indicadores..... | 45 |
| 3.3.3. Priorización de Problemas..... | 52 |
| 3.3.4. Análisis de Causas..... | 54 |
| 3.3.5. Identificación de causas raíz y Contramedidas | 58 |
| CAPITULO 4. PROPUESTA DE MEJORA | 62 |
| 4.1. Implementación de las 5S y Kaizen en el almacén de materiales, herramientas y EPPs | 63 |
| 4.1.1. Situación actual de la Empresa respecto a las 5S y Kaizen | 63 |
| 4.1.2. Planificación..... | 65 |
| 4.1.3. Ejecución..... | 69 |
| 4.2. Implementación de Kaizen Blitz en la Empresa..... | 91 |
| 4.2.3. Aplicación de Kaizen Blitz en la Empresa: Mejora en la planificación y programación de tareas | 92 |
| 4.3. Implementación de un Sistema Estructurado de Planificación de Recursos (MRP) | 99 |
| 4.3.1. Aplicación del Sistema de Planificación de Recursos (MRP) para Proyectos de Mantenimiento de Estructuras Metálicas en la Empresa..... | 102 |
| CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA..... | 109 |
| 5.1. Evaluación Económica N°1 – Metodología 5S | 109 |
| 5.2. Evaluación Económica N°2 – Kaizen Blitz | 112 |
| 5.3. Evaluación Económica N°3 – Sistema de Planificación de Recursos (MRP) dentro de un ERP | 114 |
| 5.4. Flujo de Caja Económico | 117 |
| CAPÍTULO 6. Conclusiones y Recomendaciones..... | 119 |
| 6.1. Conclusiones | 119 |
| 6.2. Recomendaciones | 120 |
| BIBLIOGRAFÍA | 121 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Ciclo Deming..... | 3 |
| Figura 2: Representación de la Matriz FODA..... | 4 |
| Figura 3: Representación de la Matriz FODA – Generación de Estrategias | 5 |
| Figura 4: Diagrama de Causa-Efecto de soldadura de componentes eléctricos | 6 |
| Figura 5: Símbolos de un Diagrama de Flujo de Procesos..... | 7 |
| Figura 6: Ejemplo del uso del Diagrama de Pareto..... | 9 |
| Figura 7: Datos de entrada y salida del MRP..... | 9 |
| Figura 8: Estructura de la lista de materiales (BOM)..... | 11 |
| Figura 9: Gráfica ABC..... | 24 |
| Figura 10: Evaluación de rubros comerciales | 26 |
| Figura 11: Organigrama de la empresa | 29 |
| Figura 12: Mapa Relacional de la empresa | 29 |
| Figura 13: Clientes de la Empresa | 30 |
| Figura 14: Mapa de procesos de la empresa..... | 33 |
| Figura 15: Flujograma de Procesos..... | 36 |
| Figura 16: PESTEL de la empresa..... | 37 |
| Figura 17: Matriz FODA..... | 38 |
| Figura 18: Matriz de estrategias..... | 39 |
| Figura 19: Flujograma del proceso de Planificación de Recursos..... | 42 |
| Figura 20: Flujograma de actividades del proceso de Planificación de Requerimientos | 44 |
| Figura 21: Ficha 1 | 47 |
| Figura 22: Ficha 2 | 48 |
| Figura 23: Ficha 3 | 49 |
| Figura 24: Ficha 4 | 50 |
| Figura 25: Ficha 5 | 51 |
| Figura 26: Problemas con mayor impacto en la empresa..... | 53 |
| Figura 27: Diagrama Causa-Efecto Problema 1..... | 55 |
| Figura 28: Diagrama Causa-Efecto Problema 2..... | 56 |
| Figura 29: Condición actual del almacén en planta | 64 |
| Figura 30: Organigrama equipo responsable 5s y Kaizen..... | 66 |
| Figura 31: Plantilla Comienzo y Fin de Acción..... | 69 |
| Figura 32: Tarjetas Rojas | 72 |
| Figura 33: Etiqueta Roja de la Empresa..... | 73 |
| Figura 34: Plano del almacén actual | 75 |
| Figura 35: Plano del almacén mejorado..... | 77 |
| Figura 36. Estante metálico..... | 78 |
| Figura 37. Contenedores plásticos | 78 |
| Figura 38. Archivadores metálicos..... | 79 |

| | |
|--|-----|
| Figura 39. Mesa de trabajo..... | 79 |
| Figura 40: Tarjeta de conformidad..... | 82 |
| Figura 41: Auditoría 5s | 86 |
| Figura 42: Tablero de seguimiento 5s | 88 |
| Figura 43: Lámina informativa 5s..... | 88 |
| Figura 44: Formación del equipo Kaizen Blitz | 93 |
| Figura 45: Cronograma semanal de la Empresa..... | 94 |
| Figura 46: Tablero Kanban Digital | 95 |
| Figura 47: Contenido de Talleres Kanban..... | 96 |
| Figura 48: Contenido de Talleres Kanban..... | 97 |
| Figura 49: Diagrama Gantt – Proyecto Kaizen | 98 |
| Figura 50: Flujo Módulo Inventario..... | 105 |
| Figura 51: Flujo Módulo de Producción | 105 |
| Figura 52: Flujo Módulo de Compras | 106 |
| Figura 53: Flujo Módulo de Reportes | 107 |



INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Estructura de la lista de materiales (BOM) | 12 |
| Tabla 2: Estructura de la lista de materiales (BOM) | 12 |
| Tabla 3: Estructura de la lista de materiales (BOM) | 13 |
| Tabla 4: Escala de Matriz FACTIS | 23 |
| Tabla 5: Proveedores de herramientas y materiales de la empresa | 30 |
| Tabla 6: Matriz de familias de recursos físicos | 32 |
| Tabla 7: Matriz de comparaciones pareadas | 41 |
| Tabla 8: Matriz de priorización | 43 |
| Tabla 9: Matriz de Intenciones | 46 |
| Tabla 10: Priorización de Problemas | 53 |
| Tabla 11: Probabilidad de ocurrencia | 57 |
| Tabla 12: Impacto en costos | 57 |
| Tabla 13: Causas de mayor impacto económico | 58 |
| Tabla 14: Técnica “5W” | 58 |
| Tabla 15: Contramedidas para cada causa raíz | 59 |
| Tabla 16: Factores de Ponderación | 60 |
| Tabla 17: Matriz FACTIS | 60 |
| Tabla 18: Cronograma de ejecución 5s y Kaizen | 65 |
| Tabla 19: Planificador de acciones 5s | 68 |
| Tabla 20: Tabla de frecuencias | 71 |
| Tabla 21: Extracto del inventario clasificado | 71 |
| Tabla 22: Casos específicos para tarjeta roja | 74 |
| Tabla 23: Herramientas para organización | 78 |
| Tabla 24: Checklist de limpieza general | 80 |
| Tabla 25: Fuentes de suciedad en el Almacén | 81 |
| Tabla 26: Distribución de responsabilidades para limpieza diaria | 81 |
| Tabla 27: Formato de registro de limpieza | 82 |
| Tabla 28: Ciclo PDCA | 85 |
| Tabla 29: Indicadores de desempeño integración Kaizen con 5s | 85 |
| Tabla 30: Ejemplo de pronóstico de demanda mensual basado en consumo histórico | 100 |
| Tabla 31: Sistema MRP sencillo en Excel | 100 |
| Tabla 32: Talleres de capacitación | 101 |
| Tabla 33: Indicadores de rendimiento | 101 |
| Tabla 34: Formato de planificación de compras | 101 |
| Tabla 35: Materiales críticos de mantenimiento de estructuras metálicas | 102 |
| Tabla 36: Sistema MRP | 103 |
| Tabla 37: Integración de sistema con programación de proyectos de mantenimiento | 103 |
| Tabla 38: Métricas de desempeño | 107 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 39: Detalle monetario de un proyecto de mantenimiento de estructuras metálicas..... | 109 |
| Tabla 40: Inversión para propuesta 1 | 110 |
| Tabla 41: Egresos anuales para propuesta 1..... | 111 |
| Tabla 42: Beneficio concepto 1..... | 112 |
| Tabla 43: Beneficio concepto 2..... | 112 |
| Tabla 44: Inversión para propuesta 2 | 113 |
| Tabla 45: Egresos anuales para propuesta 2..... | 113 |
| Tabla 46: Beneficio propuesta 2 | 114 |
| Tabla 47: Inversión para propuesta 3 | 115 |
| Tabla 48: Egresos anuales para propuesta 3..... | 115 |
| Tabla 49: Beneficios concepto 1 | 116 |
| Tabla 50: Beneficios concepto 2 | 116 |
| Tabla 51: Cálculo beta con apalancamiento..... | 117 |
| Tabla 52: Cálculo del COK en soles | 117 |
| Tabla 53: Flujo de Caja Económico..... | 118 |



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la industria metalmecánica ha desempeñado un rol fundamental en el desarrollo económico del Perú, proporcionando bienes y servicios esenciales para sectores clave como el sector alimentario, la minería, construcción, transporte, pesca y energía. Esta industria se caracteriza por generar importantes cadenas productivas y empleo, contribuyendo con un 11.2% al PBI manufacturero y con un 1.4% al PBI nacional. Sin embargo, el sector ha enfrentado importantes desafíos, especialmente debido al impacto de la pandemia de la COVID-19 y la desaceleración del sector construcción, lo que ha provocado una contracción significativa en su crecimiento. En 2020, la industria registró una caída del 10.8%, seguida de una recuperación del 2.5% hacia finales del año, aunque la recuperación ha sido desigual, con tasas negativas como la de -6.9% en 2023. Un factor crítico que afecta la competitividad de este sector es la alta informalidad laboral, que abarca al 56.4% de la Población Económicamente Activa (PEA) en esta industria, lo cual repercute negativamente en la eficiencia y productividad de las empresas. Ante esta situación, se hace evidente la necesidad de mejorar la gestión interna de las empresas, particularmente en áreas clave como la planificación y control de materiales. El presente estudio busca analizar y proponer mejoras en los procesos de gestión de una empresa metalmecánica que, debido a su crecimiento desorganizado y falta de planificación, ha operado de manera intuitiva.

El primer capítulo abarca un marco teórico que brinda las bases necesarias para el análisis y diagnóstico de los procesos operativos de la empresa, con énfasis en herramientas de ingeniería industrial y mejora continua.

En el segundo capítulo, se presenta una descripción detallada de la empresa en estudio, incluyendo sus procesos productivos, herramientas, proveedores y clientes. Este análisis permite, en el tercer capítulo, realizar un diagnóstico de su situación actual, utilizando herramientas como el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa, para identificar los problemas críticos que afectan la gestión de inventarios y su competitividad.

En el cuarto capítulo se presenta las propuestas de mejora, enfocadas en la metodología 5S, Kazien Blitz y un sistema MRP, con el objetivo de optimizar recursos, reducir tiempos improductivos y mejorar la eficiencia operativa. Finalmente, en el quinto capítulo se realiza un análisis económico de estas propuestas y se brindarán recomendaciones finales basadas en su viabilidad e impacto.

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos relacionados con la mejora continua de procesos, las herramientas de diagnóstico y los sistemas de gestión de materiales. Estos conceptos constituyen la base teórica para el desarrollo y análisis de la investigación

1.1 Mejora Continua de los Procesos

La mejora continua de los procesos busca optimizar las actividades de una organización mediante la evaluación constante y la aplicación de buenas prácticas.

1.1.1 Beneficios

La mejora continua de procesos no solo resulta relevante para las empresas manufactureras, sino también para aquellas dedicadas a la prestación de servicios. En este tipo de organizaciones, la implementación de dicho sistema ofrece varios beneficios significativos, entre los que destacan:

- Disponer de un proceso documentado que permita a todos los involucrados conocerlo y aplicarlo de manera uniforme en cada ocasión.
- Establecer un sistema de medición que facilite la evaluación del cumplimiento de los objetivos esperados de cada proceso, mediante el uso de indicadores de gestión.
- Fomentar la participación activa de todas, o al menos algunas, de las personas directamente relacionadas con el proceso, ya que son ellas quienes enfrentan diariamente tanto los aciertos como las deficiencias del mismo.

1.1.2 Cíclo de Deming

Monclus (2019, p.124), citado por Suárez & Zeña (2022), describe esta herramienta como un ciclo continuo de cuatro etapas para la mejora continua, cuyos orígenes se remontan a los trabajos del estadístico estadounidense Walter A. Shewhart. En la década de 1950, Shewhart estableció una metodología basada en las fases de planificar, desarrollar y verificar. Posteriormente, el también estadístico Edward W. Deming perfeccionó este enfoque al añadir la fase final de actuar, dando lugar al ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), como se observa en la Figura 1.

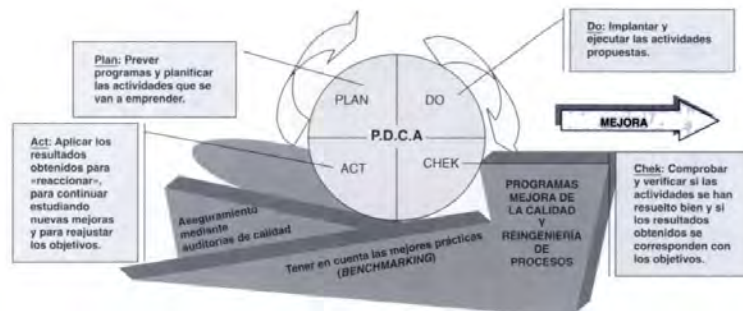


Figura 1: Ciclo Deming
Fuente: Mora (2003)

1.2. Herramientas de diagnóstico de procesos

El uso de herramientas de diagnóstico de procesos permite obtener información confiable y detallada sobre la situación actual de las empresas, enfocándose en áreas específicas o actividades clave. Esto facilita la identificación de problemas existentes en los procesos, así como las causas subyacentes que los generan. Entre las herramientas de diagnóstico que se emplearán en el desarrollo de este trabajo de investigación se encuentran la matriz FODA, el diagrama de causa-efecto (Ishikawa), el diagrama de flujo y el diagrama de Pareto, cada una con el objetivo de analizar y mejorar la eficiencia de los procesos evaluados.

1.2.1. FODA

El diagnóstico estratégico es un proceso clave dentro de la planificación estratégica, ya que implica evaluar tanto el entorno interno (fortalezas y debilidades) como el externo (amenazas y oportunidades) de una organización. Este análisis integral permite formular e implementar estrategias más efectivas, alineadas con los objetivos y adaptadas a los desafíos y oportunidades del entorno.

Oña & Vega (2018) en su artículo Importancia del Análisis FODA para la Elaboración de Estrategias en Organizaciones Americanas, una revisión de la última década, cita a Glaister and Falshaw, (1999) en el que menciona que el análisis FODA es “una de las herramientas más respetadas y prevalentes de la planificación estratégica que permite la categorización de problemas en fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Se utiliza para identificar impedimentos y ventajas en asuntos internos y externos de las organizaciones. Para los emprendedores nacientes, el análisis FODA es una metodología atractiva tanto por su brevedad como por su precisión” (p.270).

Thompson & Strickland (1985) definen cada parte a evaluar a partir del FODA: Las fortalezas representan las capacidades distintivas de una empresa que la diferencian de sus competidores. Estas incluyen los recursos bajo su control, las competencias y habilidades que posee, así como las actividades que realiza de manera efectiva. Por otro lado, las oportunidades son factores externos favorables que la organización puede aprovechar para obtener ventajas competitivas en el mercado. En contraste, las debilidades son aquellos aspectos que sitúan a la empresa en una posición desfavorable frente a la competencia, tales como la carencia de ciertos recursos, la falta de habilidades o la ineficacia en el desarrollo de determinadas actividades. Finalmente, las amenazas corresponden a circunstancias externas que pueden poner en riesgo la continuidad y el éxito de la organización.

La herramienta que combina el análisis del entorno con el diagnóstico interno es la Matriz FODA (DAFO). Codina (2011) en su revista Deficiencias en el uso del FODA causas y sugerencias cita el texto Koontz-Weihrich, (2004) que lo define como “un marco conceptual para un análisis sistemático, que facilita el apareamiento entre las amenazas y oportunidades externas, con las debilidades y fortalezas internas de la organización” (p. 167).

En la Figura 2, se presenta una representación de la Matriz FODA.

| ANÁLISIS ESTRATÉGICO-MATRIZ DAFO (FODA) | | |
|--|--|------------------------------------|
| | ANÁLISIS DEL ENTORNO | |
| | Oportunidades 1- 2- | Amenazas 1- 2- |
| ANÁLISIS INTERNO | | |
| Fortalezas 1- 2- | | |
| Debilidades 1- 2- | | |

Figura 2: Representación de la Matriz FODA
Fuente: Codina (2011)

Asimismo, Codina (2011) recomienda pasos para elaborar una nueva matriz FODA enfocándose en definir estrategias a partir de la conexión entre sus cuatro análisis: Las estrategias ofensivas buscan maximizar las oportunidades externas aprovechando las fortalezas internas de la empresa, generando así el mayor impacto positivo. Por otro lado, las estrategias

defensivas se enfocan en enfrentar amenazas del entorno, utilizando las fortalezas para minimizar sus efectos negativos. Las estrategias adaptativas intentan reducir las debilidades internas de la empresa para aprovechar al máximo las oportunidades del entorno. Finalmente, las estrategias de supervivencia, más difíciles de aplicar, están diseñadas para mitigar los efectos combinados de las debilidades internas y las amenazas externas. Todas estas relaciones se pueden evaluar a partir de un esquema como el que representa la Figura 3.

| MATRIZ DAFO (FODA)-GENERACION DE ESTRATEGIAS | | |
|---|--|---|
| | ANALISIS DEL ENTORNO | |
| | OPORTUNIDADES | AMENAZAS |
| | 1- 2- 3- | 1- 2- 3- |
| ANALISIS INTERNO | | |
| FORTALEZAS 1- 2- 3- | ESTRATEGIAS OFENSIVAS (MAXI-MAXI) | ESTRATEGIAS DEFENSIVAS (MAXI-MINI) |
| DEBILIDADES 1- 2- 3- | ESTRATEGIAS ADAPTATIVAS (MINI-MAXI) | ESTRATEGIAS DE SUPERVIVENCIA (MINI-MINI) |

Figura 3: Representación de la Matriz FODA – Generación de Estrategias
Fuente: Codina (2011)

Al aplicar el análisis FODA, cada organización debe tener en cuenta que esta matriz ofrece numerosas ventajas, como un examen exhaustivo de los factores internos y externos. No obstante, cada entidad es responsable de determinar cuál es la herramienta más apropiada para utilizar en su diagnóstico estratégico. El análisis FODA puede complementarse con otras metodologías, como el análisis de vulnerabilidad, permitiendo la integración de diversas herramientas para lograr un diagnóstico estratégico más efectivo. Es fundamental que dichas herramientas proporcionen información relevante, precisa y confiable para garantizar la calidad del análisis.

1.2.2. Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa)

Para López (2016), el diagrama Causa-Efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, es una técnica utilizada para identificar y organizar de manera estructurada las causas de un problema. Las posibles causas se agrupan en cuatro o cinco categorías principales, aunque esta clasificación puede ajustarse según las necesidades del equipo de trabajo. Generalmente, estas categorías incluyen materiales, personas, maquinaria,

procesos y entorno. A partir de estas categorías, se identifican causas secundarias que se visualizan como "ramas" conectadas a las principales. El resultado final es un diagrama que adopta la forma de una espina de pescado, de ahí uno de sus nombres más conocidos.

G' Alberto (1995) propone un ejemplo que se ilustra en la Figura 4 en el que representa el diagrama de Causa-Efecto de la defectuosa soldadura de componentes eléctricos.

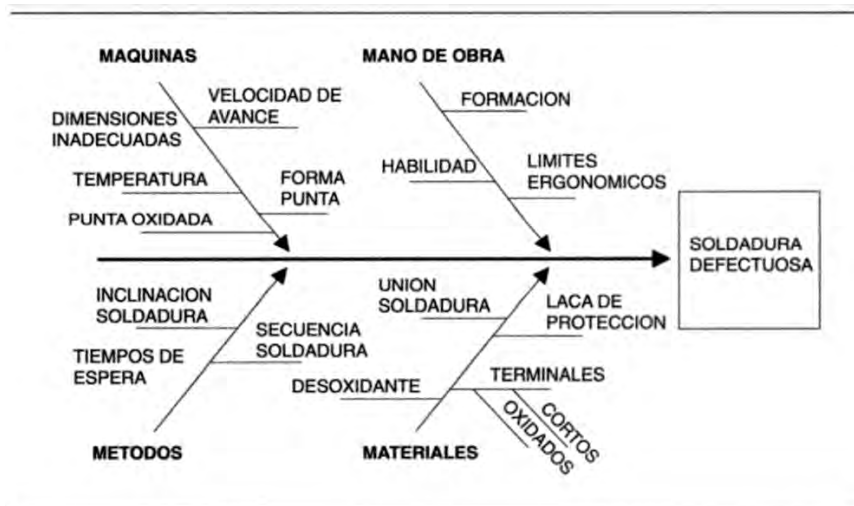


Figura 4: Diagrama de Causa-Efecto de soldadura de componentes eléctricos
Fuente: G' Alberto (1995)

De igual manera, el diagrama de Causa-Efecto es una herramienta esencial para impulsar la mejora de procesos, optimizar la calidad de los productos, aumentar la eficiencia de las instalaciones y servicios, así como reducir costos. Además, permite abordar problemas relacionados con las causas de reclamaciones y establecer procedimientos operativos estandarizados, tales como la implementación de nuevos procedimientos, la identificación de puntos y métodos de control, y la revisión de procedimientos obsoletos. (Galgano, 1995)

1.2.3. Diagrama de Flujo

El Diagrama de Flujo de Procesos es una herramienta fundamental en la planificación y el análisis de sistemas productivos, ya sea en la manufactura, el ensamblaje o la prestación de servicios. Su principal objetivo es representar de manera visual y detallada cada etapa de un proceso, permitiendo su comprensión, discusión y evaluación. Esta herramienta facilita no solo la definición y estandarización de procedimientos, sino también la identificación de áreas que pueden ser optimizadas para mejorar la eficiencia y la calidad del proceso. De este modo, el

diagrama de flujo se convierte en una herramienta clave para la mejora continua y la toma de decisiones estratégicas en diversos contextos organizacionales. (Chang & Niedzwiecki, 1999)

De manera similar, los dos autores mencionados anteriormente identifican cuatro etapas clave para el desarrollo eficaz de un Diagrama de Flujo de Procesos. La primera etapa consiste en la preparación para la sesión de creación del diagrama de flujo, en la cual se definen los objetivos y se recopila la información relevante. La segunda etapa implica la identificación de las principales tareas del proceso, lo que permite descomponer el flujo de trabajo en sus componentes esenciales. En la tercera etapa, se procede a trazar el diagrama de flujo, representando gráficamente las tareas y su secuencia. Finalmente, en la cuarta etapa, se realiza un análisis exhaustivo del diagrama de flujo, con el propósito de detectar posibles mejoras, optimizar el proceso y garantizar su coherencia con los objetivos organizacionales.

En la Figura 5, se presentan los principales símbolos utilizados en un Diagrama de Flujo de Procesos.

| SÍMBOLO | NOMBRE | SIGNIFICADO |
|---------|-------------------------|---|
| | Círculo alargado | Muestra los puntos inicial y final de un Diagrama de Flujo de Procesos. |
| | Cuadro | Cualquier tarea del proceso. Cada cuadro debería contener una breve descripción de la tarea que se está realizando. |
| | Diamante | Cualquier punto de decisión. Cada diamante debería contener una pregunta que deba ser contestada por sí o por no. |
| | Círculo (con letra) | Un pequeño círculo con una letra se utiliza para conectar una tarea de un diagrama de flujo a otro. |
| | Cuadro de base ondulada | Una transferencia (o salida) física de un documento. |
| | Flecha en zig-zag | Muestra una transferencia electrónica de información. |
| | Flecha recta | Muestra la dirección del flujo del proceso. |

Figura 5: Símbolos de un Diagrama de Flujo de Procesos
Fuente: López (2016)

1.2.4. Diagrama de Pareto

Grau-Ahumada et al. (2024), definen esta herramienta como un método analítico que organiza un conjunto de datos en orden descendente. Este diagrama se fundamenta en el principio de que un pequeño porcentaje de causas (generalmente el 20%) suele ser responsable de la mayor parte de los efectos (aproximadamente el 80%). El proceso de cómo elaborar un diagrama de Pareto es el siguiente:

El primer paso es identificar las variables que se desean analizar. Por ejemplo, si el objetivo es comprender las razones de compra de los clientes para un producto específico, es necesario identificar de manera aproximada dichas causas. Una vez definidas, se lleva a cabo un estudio descriptivo, que puede apoyarse en fuentes secundarias o, preferiblemente, en datos primarios obtenidos mediante cuestionarios que indaguen directamente sobre las motivaciones de compra. Posteriormente, estas variables se ordenan según su frecuencia absoluta en orden descendente, sumando la frecuencia acumulada para una mejor visualización del análisis. Finalmente, el gráfico se elabora en una herramienta como Excel, utilizando gráficos de barras para representar la frecuencia y de líneas para la frecuencia acumulada. (Rus, 2020)

Asimismo, Rus (2020) menciona el siguiente ejemplo, “imaginemos un ejemplo del diagrama de Pareto en una empresa. Queremos saber qué mueve a los clientes para comprar un determinado producto, por ejemplo, un teléfono móvil o celular. Estamos utilizando un ejemplo sencillo con diez motivaciones (el 20% serían dos) y con 100 casos (el 80% serían 80). Podría ser algo parecido a la siguiente figura” (p.1). En la Figura 6 se observa que el diseño y la calidad (representando el 20% de las variables) fueron seleccionadas por 80 de 100 personas, lo que corresponde al 80% de los casos. Si bien en la práctica estos valores no son siempre exactos, suelen aproximarse a esta relación. Cabe señalar que existen excepciones; sin embargo, el principio subyacente se cumple en la mayoría de las situaciones. El diagrama de Pareto facilita la visualización de este comportamiento.

| Motivación | Frec. Abs. | Frec. Ac. | % |
|--------------|------------|-----------|---------|
| Diseño | 50 | 50 | 50,00% |
| Calidad | 30 | 80 | 80,00% |
| Precio | 5 | 85 | 85,00% |
| Tecnología | 3 | 88 | 88,00% |
| Prestaciones | 3 | 91 | 91,00% |
| Procesador | 2 | 93 | 93,00% |
| Capacidad | 2 | 95 | 95,00% |
| Cámara | 2 | 97 | 97,00% |
| Marca | 2 | 99 | 99,00% |
| Otros | 1 | 100 | 100,00% |
| Total | 100 | | |

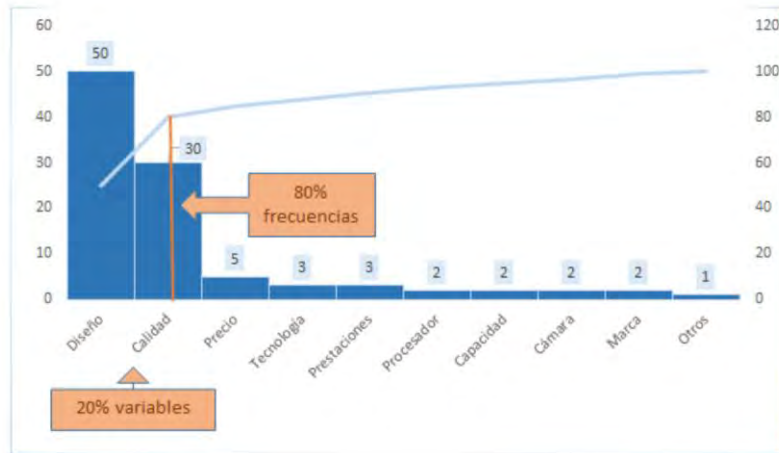


Figura 6: Ejemplo del uso del Diagrama de Pareto
Fuente: Rus (2020)

1.3. Planeamiento de requerimiento de Materiales (MRP)

Según Chase & Jacobs (2018), el sistema MRP es un método estructurado que calcula la cantidad de piezas, componentes y materiales necesarios para fabricar un producto final. Este sistema no solo determina las cantidades requeridas, sino que también establece un cronograma que indica cuándo deben solicitarse o producirse dichos elementos. Para su funcionamiento, el MRP se basa en tres fuentes de información clave: una lista de materiales (BOM), un programa maestro de producción (PMP) y los registros de inventario (Krajewski & Malhotra, 2024). La implementación de este sistema ofrece una solución efectiva para las empresas, ya que facilita la planificación de actividades de producción, órdenes de compra y entregas, asegurando la disponibilidad de materiales al inicio de la producción, y al mismo tiempo, contribuye a la reducción de los niveles de inventario. La Figura 7 ilustra la estructura de la información necesaria para el MRP, así como los planes de materiales y los informes que se generan a partir de su aplicación.

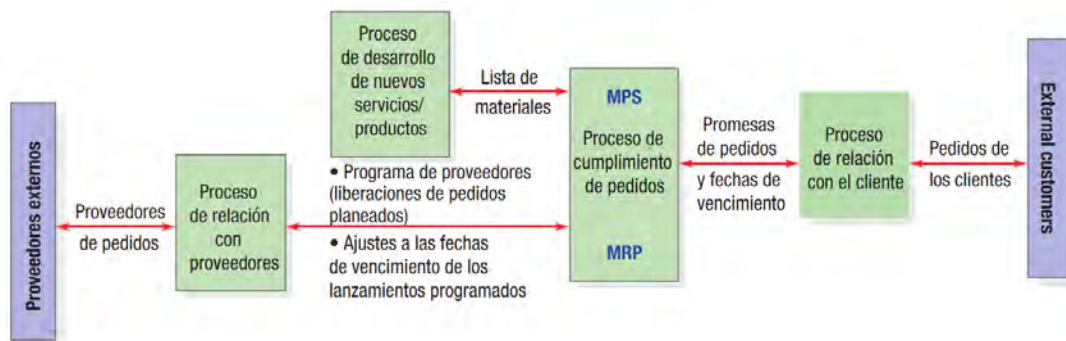


Figura 7: Datos de entrada y salida del MRP
Fuente: Krajewski & Malhotra (2024)

1.3.1. Demanda de Productos

La demanda de productos terminados proviene principalmente de dos fuentes. En primer lugar, están los clientes identificados que realizan pedidos específicos, ya sea a través del personal de ventas o mediante transacciones entre departamentos. Estos pedidos generalmente tienen una fecha de entrega pactada, por lo que no es necesario pronosticarlos, sino simplemente incorporarlos al sistema. La segunda fuente es el plan de producción agregado, que representa la estrategia de la empresa para satisfacer la demanda futura y se ejecuta mediante un programa maestro de producción. Además de la demanda de productos finales, los clientes también solicitan piezas y componentes como repuestos o para el mantenimiento y reparación de equipos. Estas demandas, por lo general, no se incluyen en el programa maestro de producción, pero se integran al plan de requerimientos de materiales en los niveles correspondientes, añadiéndolos como necesidades brutas de un determinado componente o pieza (Chase & Jacobs, 2018).

1.3.2. Datos de Entrada

Los datos de entrada del MRP constituyen la información básica necesaria para planificar y controlar los requerimientos de materiales de manera eficiente.

1.3.2.1. Lista de Materiales (BOM)

La lista de materiales (BOM) es un documento clave que detalla de manera exhaustiva los productos, especificando los materiales, componentes y piezas necesarias, además de la secuencia de ensamblaje. Esta lista de materiales constituye uno de los pilares del sistema MRP, siendo los otros el programa maestro de producción y los registros de inventario. También conocida como estructura del producto o árbol del producto, la BOM ofrece una representación clara de cómo se ensambla cada artículo, proporcionando información esencial sobre la identificación de los componentes y las cantidades específicas requeridas por unidad de producción (Chase & Jacobs, 2018).

La Figura 8 ilustra un ejemplo de una lista de materiales, en la que el producto A se encuentra en el nivel 0, mientras que los productos B y C están en el nivel 1, y así sucesivamente. Esta estructura en forma de árbol se interpreta de la siguiente manera: para la fabricación de un producto A, es necesario contar con 2 unidades del producto B y 3 unidades del producto C.

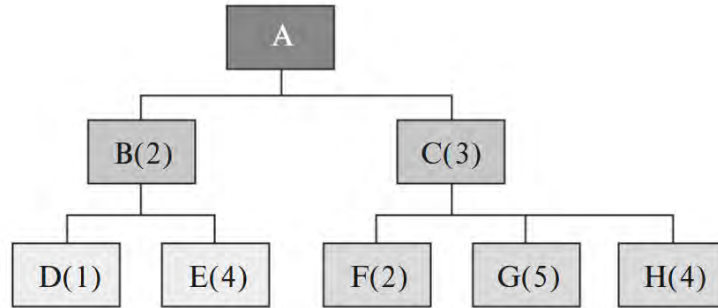


Figura 8: Estructura de la lista de materiales (BOOM)
Fuente: Chase & Jacobs (2018)

1.3.2.2. Programa Maestro de Producción (PMP)

El programa maestro de producción (PMP) es una herramienta clave en la planificación de requerimientos de material, que detalla cuántos productos finales se producirán en intervalos definidos. A partir del plan de ventas y operaciones, el PMP organiza los programas para productos específicos. Su desarrollo implica primero calcular el inventario disponible proyectado, que es una estimación de la cantidad de inventario que quedará cada semana después de cubrir la demanda. Luego, se determina el momento y el tamaño de las órdenes de producción, buscando evitar déficit de inventario y ajustando las cantidades del PMP según sea necesario para compensar cualquier escasez anticipada (Krajewski & Malhotra, 2024).

1.3.2.3. Registro de Inventarios

Los registros de inventario son un componente fundamental para el sistema MRP, ya que permiten mantener actualizados los datos sobre las transacciones de inventario, como la emisión de nuevos pedidos, la recepción de entregas, ajustes de fechas, retiros de inventario, cancelaciones y correcciones de errores. Una gestión precisa de estas transacciones es crucial para garantizar la exactitud de los saldos de inventario y el correcto funcionamiento del MRP. Estos registros organizan el futuro en periodos definidos y detallan aspectos como la política de tamaño de lote, tiempos de entrega y datos clave para monitorear el nivel de inventario y las necesidades de reabastecimiento. La información por etapas incluye los requerimientos brutos, recepciones programadas, inventario disponible proyectado, recepciones planeadas y la liberación de pedidos planeados (Krajewski & Malhotra, 2024).

1.3.3. Datos de Salida

Los datos de salida del MRP proporcionan la información necesaria para programar la producción, planificar las compras y emitir alertas de acción oportunas.

1.3.3.1. Plan de Materiales

Según Chase & Jacobs (2018), una vez desarrollado el MRP, se genera un programa que determina cuándo y cuánto se debe solicitar y producir de cada material, pieza o componente necesario según la lista de materiales. Esta información es transmitida al área de logística, que posteriormente debe coordinar con los proveedores para la adquisición de dichos materiales, planificando y negociando según los requerimientos establecidos.

Chase & Jacobs presentan un ejemplo en el que se debe planificar la producción de focos y la compra de casquillos. Para llevar a cabo el MRP, se proporciona el programa maestro de producción (PMP) de los dos tipos de focos, lo que permite organizar las actividades de producción y compras necesarias para satisfacer la demanda. Se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Estructura de la lista de materiales (BOM)

| | Semana | | | | | | | |
|---------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| VH1-234 | 34 | 37 | 41 | 45 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| VH2-100 | 104 | 134 | 144 | 155 | 134 | 140 | 141 | 145 |

Fuente: Chase & Jacobs (2018)

Asimismo, en la Tabla 2 se proporciona el registro de inventarios para los productos y componentes que se emplearán en el desarrollo del MRP, lo que facilita el seguimiento de los niveles de inventario y la planificación adecuada de las necesidades de reabastecimiento.

Tabla 2: Estructura de la lista de materiales (BOM)

| | VH1-234 | VH2-100 | Casquillo del foco |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Existencias | 85 | 358 | 425 |
| Cantidad | 200 (tamaño del lote de producción) | 400 (tamaño del lote de producción) | 500 (cantidad comprada) |
| Tiempo de entrega | 1 semana | 1 semana | 3 semanas |
| Inventario de seguridad | 0 unidades | 0 unidades | 20 unidades |

Fuente: Chase & Jacobs (2018)

Después de analizar el PMP, el registro de inventarios y la lista de materiales, donde se establece que para producir un foco solo se necesita un casquillo, se procede con la elaboración del MRP.

En la Tabla 3 se observa la emisión de pedidos planificados para los casquillos, especificando que se deben solicitar 500 unidades en el periodo 3 para la producción de ambos tipos de focos.

Tabla 3: Estructura de la lista de materiales (BOM)

| Pieza | | Semana | | | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| VH1-234 | Necesidades brutas | 34 | 37 | 41 | 45 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| Cantidad = 200 | Entradas programadas | | | | | | | | |
| TE = 1 | Saldo disponible proyectado | 51 | 14 | 173 | 128 | 80 | 32 | 184 | 136 |
| Existencias = 85 | Necesidades netas | | | 27 | | | | 16 | |
| IS = 0 | Entradas de pedidos planificados | | | 200 | | | | 200 | |
| | Expedición de pedidos planificados | | 200 | | | 200 | | | |
| VH2-100 | Necesidades brutas | 104 | 134 | 144 | 155 | 134 | 140 | 141 | 145 |
| Cantidad = 400 | Entradas programadas | | | | | | | | |
| TE = 1 | Saldo disponible proyectado | 254 | 120 | 376 | 221 | 87 | 347 | 206 | 61 |
| Existencias = 385 | Necesidades netas | | | 24 | | | 53 | | |
| IS = 0 | Entradas de pedidos planificados | | | 400 | | | 400 | | |
| | Expedición de pedidos planificados | | 400 | | | 400 | | | |
| Casquillo | Necesidades brutas | | 600 | | | 400 | 200 | | |
| Cantidad = 500 | Entradas programadas | | 500 | | | | | | |
| TE = 3 | Saldo disponible proyectado | 905 | 305 | 305 | 305 | 405 | 205 | 205 | 205 |
| Existencias = 425 | Necesidades netas | | | | | | 95 | | |
| IS = 20 | Entradas de pedidos planificados | | | | | 500 | | | |
| | Expedición de pedidos planificados | | | 500 | | | | | |

Fuente: Chase & Jacobs (2018)

1.3.3.2. Aviso de Acción

El aviso de acción es un informe generado automáticamente que notifica a los planificadores sobre la emisión de nuevos pedidos o la modificación de las fechas de entrega de las recepciones programadas. Este documento se emite una vez actualizado el registro de inventarios tras el proceso del MRP y puede presentarse en forma de una lista que detalla los números de parte de los artículos que requieren intervención o ajustes en su planificación (Krajewski & Malhotra, 2024).

1.4. Teoría de Restricciones (TOC)

El modelo de gestión de la Teoría de las Restricciones (TOC), desarrollado por E. Goldratt, se centra en los cuellos de botella del sistema productivo, reconociendo que estos limitan el rendimiento general del proceso. A diferencia de enfoques que abordan las operaciones de forma aislada, la TOC organiza el sistema en función del flujo del proceso, lo que permite una gestión más eficiente y alineada con las tendencias actuales en la optimización de procesos. Según este enfoque, el tiempo de ciclo de un proceso está directamente condicionado por sus cuellos de botella, por lo que la estrategia principal es mejorar la capacidad de estos puntos

críticos al máximo posible. Una vez optimizados, el ritmo de producción se ajusta a la capacidad de los cuellos de botella, permitiendo que los productos avancen en lotes o en flujo continuo de manera sincronizada, lo que garantiza un flujo productivo eficiente y evita las acumulaciones innecesarias en el sistema (Cuatrecasas, 2022).

De acuerdo con Cuatrecasas (2022), una serie de acciones estratégicas puede mejorar la eficiencia en los cuellos de botella dentro de los procesos productivos. En primer lugar, es esencial minimizar cualquier tipo de interrupción durante el funcionamiento de los cuellos de botella, como los cambios de turno o descansos del personal, programándolos de manera que no se detenga la producción. Asimismo, es crucial evitar la fabricación de piezas que no sean necesarias de forma inmediata para prevenir el exceso de inventario y optimizar los recursos disponibles. Adicionalmente, se debe realizar el control de calidad antes de que los productos lleguen al cuello de botella, ya que incluir piezas defectuosas en esta fase impactaría negativamente en la capacidad operativa. Una estrategia complementaria es desviar las tareas que no son críticas hacia otros recursos, para evitar la sobrecarga de los cuellos de botella con actividades que pueden ser gestionadas por otros equipos o personal menos especializado.

Otra acción importante es rediseñar las piezas o productos con el fin de simplificar las operaciones en los cuellos de botella, aprovechando de mejor manera las tecnologías y personal disponibles. Además, si es necesario, se puede recurrir a equipos o personal de menor rendimiento para apoyar estas áreas críticas, incrementando así la producción sin comprometer significativamente la eficiencia global. También se sugiere mejorar los tiempos de preparación de las máquinas que operan en los cuellos de botella, lo que permitirá reducir las paradas y aumentar la capacidad productiva. Finalmente, mantener un stock de seguridad en los cuellos de botella puede ayudar a mitigar los desequilibrios de producción y asegurar un flujo continuo de trabajo, evitando interrupciones innecesarias. Estas medidas, en conjunto, permiten una mayor optimización de los recursos y una gestión más eficiente del proceso productivo en su totalidad (Cuatrecasas, 2022).

1.5. Just In Time (JIT)

El Just-in-Time (JIT) es una estrategia innovadora de gestión de inventarios que se enfoca en sincronizar la oferta con la demanda de manera precisa. Este sistema, desarrollado inicialmente por *Toyota Motor Corporation* en Japón, ha sido adoptado ampliamente por diversas industrias

a nivel global. El objetivo principal del JIT es responder rápidamente a las necesidades del mercado sin acumular inventarios innecesarios. Bajo este enfoque, los proveedores entregan suministros en pequeñas cantidades y solo cuando son requeridos, lo que evita la acumulación excesiva de inventarios y contribuye a la reducción de costos operativos. Además, el JIT busca eliminar actividades que no agregan valor y minimizar los desperdicios (Bravo, 2023).

De acuerdo con Bravo (2023), entre las principales ventajas de implementar un sistema JIT se destacan:

- Disminución del inventario en exceso
- Mejora en la calidad y eficiencia operativa
- Ahorro de recursos
- Reducción de costos asociados al almacenamiento
- Optimización en el uso de la mano de obra
- Aumento de la productividad
- Mejora en la rotación de inventarios
- Ahorro de tiempo
- Control más efectivo del inventario
- Fomento de la colaboración con proveedores

Sin embargo, Bravo (2023) también menciona algunos riesgos asociados al JIT, como:

- Incertidumbre en la demanda
- Dependencia excesiva de los proveedores
- Escasez de inventario de emergencia
- Falta de capacidad de respuesta ante crisis
- Aumento de costos debido a retrasos o cambios en la demanda
- Limitada flexibilidad en la operación
- Vulnerabilidad ante interrupciones en la cadena de suministro global.

1.6. Lean Manufacturing

El *Lean Manufacturing* se centra en la eliminación de desperdicios mediante la aplicación de un conjunto de herramientas y técnicas, como el TPM, 5S, SMED, Kanban, Kaizen, Heijunka, Shojinka, Jidoka, entre otras, que se desarrollaron principalmente en Japón. Los pilares fundamentales de este enfoque incluyen la filosofía de mejora continua, el control total de la calidad, la reducción del desperdicio, el aprovechamiento óptimo del potencial a lo largo de toda la cadena de valor, y la participación activa de los operarios. A través de estas prácticas, el *Lean Manufacturing* busca optimizar los procesos productivos, maximizando la eficiencia y fomentando una cultura de mejora constante dentro de las organizaciones (Rajadell & Sánchez, 2010).

1.6.1. Aspectos generales

A continuación, se presentan los aspectos generales del *Lean Manufacturing*, abordando los desperdicios y los principios que orientan esta filosofía.

1.6.1.1. Desperdicios e Incertidumbres

Según Chase & Jacobs (2018), el desperdicio es “cualquier cosa que no agrega valor desde la perspectiva del cliente” (p. 249). Por esta razón, el proceso que describe el flujo de valor de un producto o servicio debe excluir aquellas actividades que no generan valor, ya que estas no serán percibidas como relevantes por el cliente.

Cuatrecasas (2010) menciona que se pueden distinguir tres tipos de actividades dentro de un proceso, las actividades con valor añadido son aquellas esenciales que incrementan el valor de un producto o servicio, satisfacen las necesidades del cliente y por las cuales este está dispuesto a pagar. Por otro lado, las actividades sin valor añadido, aunque no aportan valor al producto o servicio, son inevitables debido a limitaciones del sistema, como el uso de tecnología obsoleta o equipos antiguos. Finalmente, los desperdicios representan un uso ineficiente de recursos, ya sea humanos, materiales o maquinaria, y consisten en actividades innecesarias para el proceso que pueden ser eliminadas.

De acuerdo con Chase & Jacobs (2018), la eliminación del desperdicio es un objetivo clave tanto en las operaciones de manufactura como en las de servicio, aunque las fuentes que generan desperdicio difieren significativamente entre ambos contextos. Mientras que las operaciones de manufactura tienen un mayor control sobre los factores que generan incertidumbre, como los

materiales, la mano de obra, el diseño del producto y las herramientas de producción, las operaciones de servicio enfrentan un entorno más variable y difícil de predecir.

1.6.1.2. Principios

El *Lean Manufacturing* busca maximizar el valor para el cliente mientras minimiza los desperdicios en los procesos productivos. De acuerdo con Vilana (2010), este enfoque se estructura en cinco principios fundamentales:

a. Enfoque en el valor para el cliente:

El primer principio establece que la producción debe centrarse exclusivamente en lo que el cliente realmente percibe como valioso. Para ello, es esencial identificar al cliente, ya sea interno o externo, y comprender a fondo sus necesidades, expectativas y requerimientos. Este conocimiento debe ser integrado en los procesos de trabajo para asegurar que las actividades realizadas respondan a estas demandas.

b. Identificación y eliminación de actividades sin valor añadido (MUDA)

Cada tarea o función dentro del proceso debe aportar valor. Esto requiere mapear el flujo de valor desde la introducción de la materia prima hasta la entrega del producto terminado. A través de esta identificación, se pueden detectar actividades innecesarias (MUDA) y proceder a minimizarlas, modificarlas o eliminarlas, optimizando el proceso.

c. Flujo continuo de procesos

La eficiencia se potencia promoviendo un flujo continuo en la producción, evitando la acumulación de grandes lotes. Para lograrlo, se deben eliminar barreras como los cuellos de botella en las máquinas y los transportes innecesarios generados por diseños de *layout* inadecuados. Esto asegura una transición más fluida y eficiente entre las etapas del proceso.

d. Producción basada en demanda (*Pull System*)

Una vez establecido un flujo continuo, el siguiente paso es implementar un sistema de producción "Pull". Este enfoque garantiza que la producción se realice en función de las necesidades específicas del cliente, evitando la sobreproducción y reduciendo la acumulación de inventarios. Así, se responde de manera ágil a las demandas del mercado.

e. Tendencia hacia la perfección

El *Lean Manufacturing* no solo busca eliminar defectos y errores, sino también garantizar entregas puntuales, productos de alta calidad y precios competitivos. La perfección implica mejorar continuamente los procesos para cumplir con los requerimientos del cliente, promoviendo un ciclo de mejora constante que refuerza la sostenibilidad y competitividad de la organización.

1.6.2. Herramientas de Lean Manufacturing

1.6.2.1. Kaizen

El Kaizen implica cambiar el comportamiento de las personas en busca de la mejora continua, con una cultura adaptable y en constante cambio para encontrar la mejor forma de realizar los procesos. Consiste en pequeñas acciones y mejoras que pueden realizar desde los directivos hasta los empleados mismos, lo que mejora la calidad del producto, elimina tareas innecesarias o que no agregan valor al producto, reduce los gastos y permite tiempos de respuesta y entrega al cliente más breves. Este método tiene como objetivo resolver rápidamente y de manera efectiva los problemas que surjan durante los procesos de producción. Se puede optar por la innovación tecnológica con una gran inversión, que implica modernizar equipos y automatizar operaciones, cuando los cambios realizados por el espíritu Kaizen dejan de tener un impacto significativo. El Kaizen, como toda la filosofía Lean, requiere que la gerencia y los empleados de la empresa se motiven para comprometerse con el desarrollo de mejoras (Hernández & Idoipe, 2013).

1.6.2.2. Las 5's

La implementación de las 5S sigue un proceso estructurado en cinco etapas, cuyo desarrollo requiere la asignación adecuada de recursos, la adaptación a la cultura organizacional y la consideración de los aspectos humanos involucrados. A continuación, Rajadell & Sanchez (2010) resumen los principios fundamentales de las 5S, que se basan en cinco fases o pasos representados por palabras japonesas que comienzan con la letra "S": seiri, seiton, seiso, seiketsu, y shitsuke. Estos términos se traducen como: eliminar lo innecesario; organizar (poner cada cosa en su lugar y establecer un lugar para cada cosa); limpiar e inspeccionar; estandarizar (establecer normas de trabajo para asegurar su cumplimiento); y disciplina (fomentar la autodisciplina y desarrollar el hábito del compromiso). Este enfoque busca optimizar el entorno laboral, promoviendo orden, limpieza, y eficiencia a través de hábitos y procesos sistematizados.

Seiri: Se refiere a la clasificación y eliminación de elementos innecesarios del área de trabajo, con el fin de optimizar el espacio y facilitar las tareas que se realizan. Este proceso implica separar lo que es esencial de lo que no lo es, y gestionar el flujo de materiales y herramientas para evitar obstáculos y la acumulación de objetos inútiles que generan desperdicios. Estos desperdicios pueden manifestarse en la forma de un incremento en la manipulación y transporte, accidentes laborales, pérdida de tiempo al buscar herramientas, acumulación de inventario obsoleto o no conforme, costos derivados del exceso de stock y falta de espacio, entre otros. Los beneficios de Seiri se evidencian en aspectos como la liberación de espacio útil en fábricas y oficinas, la reducción del tiempo necesario para acceder a materiales, herramientas y equipos, la facilitación del control visual y el aumento de la seguridad en el lugar de trabajo. Al eliminar lo innecesario, se optimizan los procesos y se mejoran tanto la eficiencia como la seguridad operativa (Rajadell & Sanchez, 2010).

Seiton: Se enfoca en la organización eficiente de los elementos necesarios, de manera que puedan ser localizados y devueltos a su lugar con facilidad. Esto implica asignar un lugar específico para cada objeto, facilitando su búsqueda y asegurando su retorno a la posición correcta. La tendencia a postergar el orden con frases como "lo haré mañana", que a menudo se convierte en dejar objetos en cualquier lugar, es contraria a los principios de Seiton. Su implementación incluye la delimitación clara de las áreas de trabajo, almacenamiento y zonas de paso, la asignación de espacios adecuados para cada objeto y la eliminación de duplicidades, siguiendo el principio de "cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa". Los beneficios de Seiton se reflejan en una mayor facilidad para acceder rápidamente a los materiales y herramientas necesarias, lo que a su vez mejora la productividad global de la planta. Además, contribuye a un aumento de la seguridad en el lugar de trabajo, al mantener el espacio despejado y organizado, y mejora la accesibilidad y localización de los recursos a través de un sistema de información más claro y estructurado (Rajadell & Sanchez, 2010).

Seiso: El sentido de orden implica ubicar los elementos necesarios en lugares apropiados y etiquetar adecuadamente cada tipo de recurso, facilitando la identificación y acceso inmediato a las herramientas cuando se necesiten. Los beneficios de Seiso se reflejan en varios aspectos clave, como la reducción del riesgo de accidentes potenciales, al mantener el área de trabajo limpia y ordenada. Además, se promueve un aumento en la vida útil de los equipos, ya que el mantenimiento preventivo y la limpieza constante contribuyen a su conservación. También se observa una disminución en el número de averías, dado que un entorno limpio facilita la

detección temprana de fallos y evita el desgaste innecesario de las máquinas. Finalmente, Seiso genera un efecto multiplicador, ya que la limpieza constante fomenta un entorno en el que todos los operarios tienden a mantener el espacio limpio, reforzando así los hábitos de orden y cuidado (Rajadell & Sanchez, 2010).

Seiketsu: Es la metodología que permite consolidar los logros alcanzados mediante la aplicación de las tres primeras "S" (Seiri, Seiton y Seiso), ya que sistematizar lo hecho en estos pasos es esencial para asegurar resultados duraderos. Estandarizar implica seguir un método organizado para realizar procedimientos o tareas, garantizando que el orden y la organización sean pilares fundamentales. Este proceso fija los lugares donde deben ubicarse los materiales y realizarse las actividades, con especial énfasis en la limpieza e inspección de tanto elementos fijos, como máquinas y equipos, como móviles, como los suministros provenientes de proveedores. Un estándar representa la forma más práctica y sencilla de ejecutar tareas para todos, ya sea a través de un documento, fotografía o esquema. El principal desafío para Seiketsu es la conducta errática; seguir la táctica de "hoy sí y mañana no" tiende a multiplicar los días de incumplimiento rápidamente. La implementación de Seiketsu implica mantener los niveles alcanzados con las tres primeras "S", elaborar y aplicar estándares de limpieza, y asegurar que estos se cumplan correctamente. También es fundamental transmitir a todo el personal la importancia de seguir estos estándares. Los beneficios de Seiketsu incluyen un conocimiento más profundo de las instalaciones, la creación de hábitos sostenibles de limpieza, la prevención de errores que podrían ocasionar accidentes, y una mejora significativa en el tiempo de respuesta ante averías (Rajadell & Sanchez, 2010).

Shitsuke: Es el pilar que garantiza la disciplina y el compromiso con los estándares y prácticas establecidas a lo largo de las primeras cuatro "S" (Seiri, Seiton, Seiso y Seiketsu). Este enfoque se centra en la creación de hábitos sostenibles mediante la implementación de autodisciplina en todos los niveles de la organización, fomentando el cumplimiento constante de los procedimientos y normas de trabajo. Shitsuke busca promover una cultura organizacional donde las tareas se realicen con rigor y consistencia, de manera que los comportamientos correctos se conviertan en hábitos automáticos. El mayor desafío de Shitsuke es evitar la complacencia y la pérdida de motivación, ya que es fundamental mantener un nivel de compromiso continuo y prevenir la relajación en la aplicación de las normas establecidas. La aplicación de Shitsuke implica la formación continua de los empleados, para garantizar que comprendan la importancia de mantener los estándares, así como la creación de mecanismos de

seguimiento que refuercen el cumplimiento disciplinado de las normas. Los beneficios de Shitsuke incluyen la consolidación de una cultura de mejora continua, una mayor eficiencia y seguridad en los procesos productivos, y la capacidad de la organización para adaptarse rápidamente a los cambios o mejoras implementadas (Rajadell & Sanchez, 2010).

1.6.2.3. Heijunka

El concepto de *Heijunka*, característico del Sistema Toyota de Producción, es uno de los más contrarios a las prácticas tradicionales de manufactura debido a su énfasis en la nivelación de la producción. Este enfoque propone desagregar los grandes lotes de producción en lotes más pequeños, incluso cuando sería posible consolidarlos. A diferencia de los sistemas tradicionales que tienden a planificar grandes lotes a largo plazo, *Heijunka* se enfoca en un horizonte temporal más cercano. Este sistema acumula las demandas de diversos productos, calcula los porcentajes de ventas para cada uno y organiza la producción en secuencias de pequeños lotes estándar que se repiten con una frecuencia proporcional a dichas ventas. Además, *Heijunka* permite ajustes frecuentes en las cantidades producidas según la evolución de las ventas, manteniendo una respuesta ágil y dinámica a las fluctuaciones del mercado. De manera periódica, se revisan los volúmenes de venta totales y se regula la producción global en consecuencia. (Galgano, 2003)

1.6.2.4. Método Kanban

El método *Kanban*, ampliamente difundido en los sistemas de producción esbelta y, en particular, en el Sistema de Producción Toyota (TPS), constituye una herramienta clave para gestionar el flujo de producción de manera eficiente. La palabra *Kanban* proviene del japonés y significa "tarjeta" o "registro visible", haciendo referencia al uso de tarjetas como mecanismo para controlar y coordinar el movimiento de materiales en la planta. Su principal objetivo es garantizar que se mantenga el inventario mínimo necesario para asegurar la continuidad de la producción, respondiendo siempre a la demanda de los clientes.

Según Krajewski & Malhotra (2024), en su forma más básica, el método Kanban utiliza tarjetas adheridas a contenedores que almacenan una cantidad específica de piezas. Cuando un contenedor es vaciado por el proceso que sigue, su tarjeta se retira y se envía al área de recepción como señal para reponer las partes consumidas. El contenedor vacío se traslada al área de inventario, donde es nuevamente llenado y equipado con la tarjeta Kanban antes de ser

regresado al flujo de producción. Este ciclo continuo permite un flujo de trabajo eficiente, reduciendo el exceso de inventarios y asegurando que los recursos se utilicen de manera óptima. La secuencia de operaciones en un sistema Kanban incluye pasos específicos que permiten administrar el inventario entre procesos consecutivos. A medida que un proceso utiliza los materiales de un contenedor, la tarjeta Kanban correspondiente indica al proceso anterior que inicie la reposición. Este enfoque basado en un sistema de "producción jalada" promueve la sincronización entre etapas, eliminando el desperdicio y fomentando la fluidez en la producción. En resumen, Kanban no solo contribuye a la gestión eficiente de los recursos, sino que también asegura la alineación de las operaciones con la demanda real, minimizando la acumulación innecesaria de productos en inventario. (Krajewski & Malhotra, 2024)

1.6.2.5. Poka Yoke

El Poka-yoke, término japonés que significa "a prueba de errores", es una técnica introducida por el ingeniero Shigeo Shingo como parte de los sistemas de calidad orientados a reducir defectos a cero. Esta metodología tiene como objetivo eliminar errores simples en el lugar de trabajo, permitiendo que los empleados dediquen más tiempo a tareas creativas o que agreguen valor al proceso. Los dispositivos Poka-yoke están diseñados para prevenir errores antes de que ocurran o hacerlos evidentes, facilitando la intervención inmediata por parte de los trabajadores. Su propósito es garantizar inspecciones completas y proporcionar retroalimentación en tiempo real para ejecutar las acciones correctivas necesarias. (Kogyo & Hirano, 1991)

El impacto del Poka-yoke en la mejora de la calidad depende del tipo de inspección que se implemente en el proceso. Estas inspecciones pueden ser iniciales, enfocadas en verificar las condiciones previas al inicio del trabajo; de auto-chequeo, donde los propios trabajadores evalúan su desempeño; o de chequeo continuo, que supervisa la calidad de forma constante durante toda la línea de producción. Mediante esta técnica, no solo se minimizan defectos y re-trabajos, sino que también se optimizan los recursos y el tiempo, reforzando la filosofía de mejora continua en la producción. (Kogyo & Hirano, 1991)

1.7. Matriz FACTIS

Es una técnica de clasificación jerárquica utilizada para evaluar proyectos, problemas, alternativas o soluciones, basada en un criterio determinado o en distintas dimensiones de calidad (McCain, 2011). Esta herramienta es ampliamente utilizada en proyectos que requieren una priorización enfocada en la mejora continua. Por ejemplo, al evaluar una propuesta de

mejora, suelen presentarse dos alternativas: optar por la que genere mayor rentabilidad o por aquella que resuelva el problema en un menor tiempo. En este contexto, el uso de la matriz se vuelve particularmente valioso para tomar decisiones más informadas. A continuación, se presenta las escalas y factores involucradas en esta matriz (ver Tabla 4):

Tabla 4. Escala de Matriz FACTIS

| | Criterios de selección | Escalas | Factor de Ponderación |
|---|--|--|-----------------------|
| F | Facilidad para solucionarlo | 1 (Muy difícil) / 2 (Difícil)/ 3 (Fácil) | 6 |
| A | Afecta a otras áreas su implementación | 1 (Sí) / 2 (Algo)/ 3 (Nada) | 2 |
| C | Mejora la calidad | 1 (Poco) / 2 (Medio)/ 5 (Mucho) | 5 |
| T | Tiempo que implica solucionarlo | 1 (Largo) / 2 (Medio)/ 3 (Corto) | 4 |
| I | Requiere inversión | 1 (Alta) / 2 (Media)/ 3 (Poca) | 3 |
| S | Mejora la seguridad | 1 (Poco) / 2 (Medio)/ 3 (Mucho) | 1 |

Fuente: McCain, 2011

1.8. Control de Materiales

El control de materiales engloba las acciones orientadas a gestionar los inventarios de forma eficiente, asegurando su disponibilidad y el control de los costos asociados.

1.8.1. Sistema ABC

El análisis ABC es una técnica utilizada para clasificar los artículos a producir en tres categorías según su valor de consumo, lo que permite concentrar la atención en aquellos que tienen el mayor impacto monetario. Este método es comparable al diagrama de Pareto, ya que, típicamente, los artículos de la clase A representan el 20% del total de productos, pero contribuyen con el 80% del valor de consumo. Los artículos de la clase B constituyen el 30% del total y representan el 15% del valor de consumo. Finalmente, los productos de la clase C, que corresponden al 50% del total, abarcan solo el 5% del valor de consumo (Rau, 2010). A continuación, se presenta un ejemplo gráfico de este análisis (ver Figura 9):

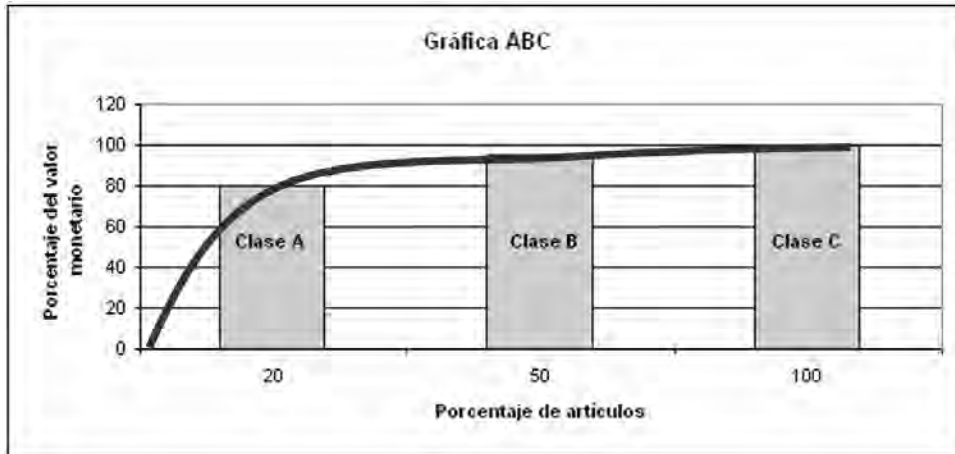


Figura 9: Gráfica ABC
Fuente: Rau (2010)



CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Empresa motivo de estudio, desde su fundación en 2010, se ha consolidado como una destacada Empresa de Ingeniería y Metal Mecánica, dedicada a proporcionar soluciones integrales para la industria y el sector comercial. A partir de ahora se empleará el término “Empresa” para identificarla.

2.1 Sector y Actividad económica

En términos legales, según la Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT), la empresa presenta dos actividades económicas:

- CIU 7110 - Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de consultoría técnica
- CIU 2511 – Fabricación de productos metálicos para uso estructural

2.2 Descripción general de la Empresa

Es una empresa con más de diez años de experiencia en el sector industrial y comercial. Se ha consolidado como una destacada empresa metalmecánica. Cuenta con 50 empleados y se organiza en tres unidades de negocio principales: servicios de ingeniería y consultoría, fabricación y montaje, mantenimiento, reparación, y soporte de *facilites* en operaciones. Sus clientes son empresas de diversos sectores industriales que requieren servicios especializados en ingeniería y proyectos electromecánicos.

El 30% de los ingresos proviene de servicios de ingeniería y consultoría, mientras que el 30% proviene de fabricación y montaje, y otro 40% de mantenimiento, reparación y *facilites*. Además, el 70% de los proyectos son recurrentes, lo que indica la satisfacción y fidelidad de sus clientes. Su enfoque en la calidad y la atención al cliente ha contribuido a su éxito y reputación en el mercado.

La Empresa opera en varios sectores comerciales, abarcando alimentos, inmobiliaria, retail, portuario, minería, manufactura y Micro y Pequeñas Empresas (MyPE). No obstante, destaca su mayor participación en los campos de alimentos e inmobiliaria. Esta diversificación

estratégica le proporciona una sólida base en sectores fundamentales de la economía, permitiendo a la empresa aprovechar una amplia gama de oportunidades de negocio. En la Figura 10 se muestra la evaluación de rubros comerciales de la Empresa.

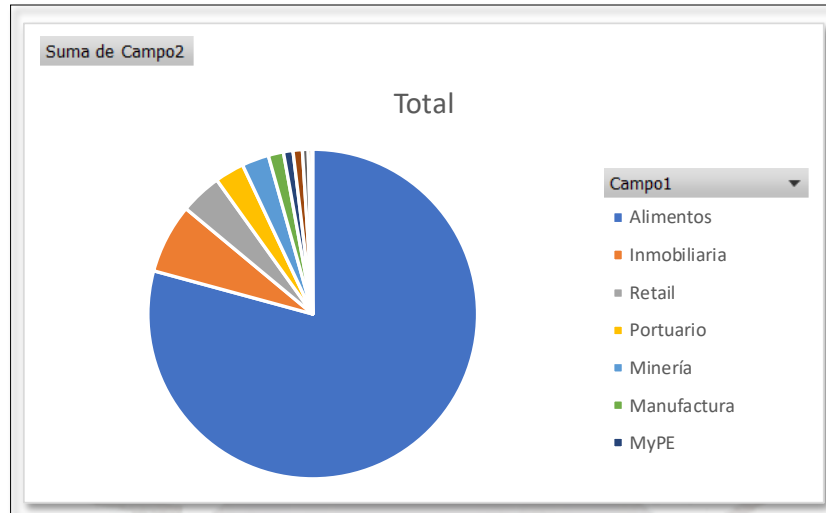


Figura 10: Evaluación de rubros comerciales
Fuente: Empresa (2024)

2.3 Principios Organizacionales

La dirección de la empresa fue responsable del diseño de la estructura organizacional, aplicando lineamientos clave como la unidad organizacional, la especialización y la jerarquía. Esto facilitó la implementación efectiva de los principios organizacionales.

- a) **MISIÓN:** "Somos un equipo comprometido en proporcionar soluciones de vanguardia al sector industrial mediante productos y servicios que cumplen con los más altos estándares de calidad. Nos esforzamos por generar valor tanto para nuestros proveedores como para nuestros clientes, basándonos en la excelencia y la innovación en cada paso que damos. Nuestra misión es ser líderes en la industria de la metalmecánica e ingeniería, ofreciendo soluciones integrales que impulsen el éxito y el crecimiento sostenible de nuestros socios comerciales"
- b) **VISIÓN:** "Ser reconocidos como una de las mejores empresas en soluciones integrales a nivel nacional al 2024 por nuestro modelo de gestión eficiente, responsable con el

entorno y desarrollo constante para contribuir con el desarrollo nuestro entorno y el país”

c) VALORES

- Honestidad: Actuamos con principios éticos, siendo íntegros, veraces y justos.
- Puntualidad: Respeto por el tiempo de los demás, cumpliendo con los plazos establecidos.
- Perseverancia: Constancia, dedicación y firmeza en la consecución de propósitos y metas.
- Calidad: Compromiso seguir nuestros procesos hasta que el producto o servicio obtenido sea el mejor posible, cumpliendo las expectativas de nuestros clientes.
- Responsabilidad: Somos agradecidos, leales y sinceros, con los compromisos aceptados con nuestros clientes, la sociedad y nuestra comunidad.

d) POLÍTICA

- Política de Transparencia: Publicación oportuna de todos los actos derivados de la gestión empresarial y atención de las demandas de información.
- Política de Costos y Gastos: Aplicación de los criterios de eficiencia y eficacia en el uso óptimo de los recursos; buscando la creación de valor para la empresa.
- Política de Recursos Humanos: Desarrollo de las capacidades y potencialidades de los trabajadores de la empresa; a través de planes de motivación y capacitación.
- Política de Conservación del Medio Ambiente: Fomentar el uso y la conservación responsable del medio ambiente.

2.4 Estructura Organizacional de la empresa

La estructura organizacional de la empresa cuenta con dos gerencias y cuenta con un aproximado de 50 trabajadores, como se mencionó anteriormente. La empresa clasifica su personal en las siguientes categorías:

- a) Mando directivo y de ejecución: Conforman la primera y segunda fila, con evidente mayor jerarquía la primera, son los encargados de tomar las decisiones a gran escala,

principalmente con el objetivo de cumplir los estándares. En caso de los gerentes se enfocan en sus respectivas áreas y van de la siguiente forma:

- Gerente General (1)
- Gerente Comercial y de Operaciones (1)

b) Mando medio: Encontramos al personal que dirige los grupos de operarios, los cuales se encargan de hacer cumplir los planes y contribuir con la productividad.

- Jefe de Operaciones (1)
- Jefe SSOMA (1)
- Jefe Logística (1)
- Coordinadora de Finanzas (1)
- Supervisores de Proyectos (4)
- Asistente SSOMA (1)
- PDR's SSOMA (5)
- Asistente de Finanzas (1)

c) Nivel Operativo: Encontramos a las personas que forman parte de los trabajos desarrollados en planta y en tareas necesarias para el apoyo de la gestión de recursos en la empresa.

- Técnico Mecánico (6)
- Técnico Electricista (3)
- Maestro de obra (2)
- Auxiliares de compras (2)
- Ayudantes (6)

En la figura 11 se presenta el organigrama de la empresa.

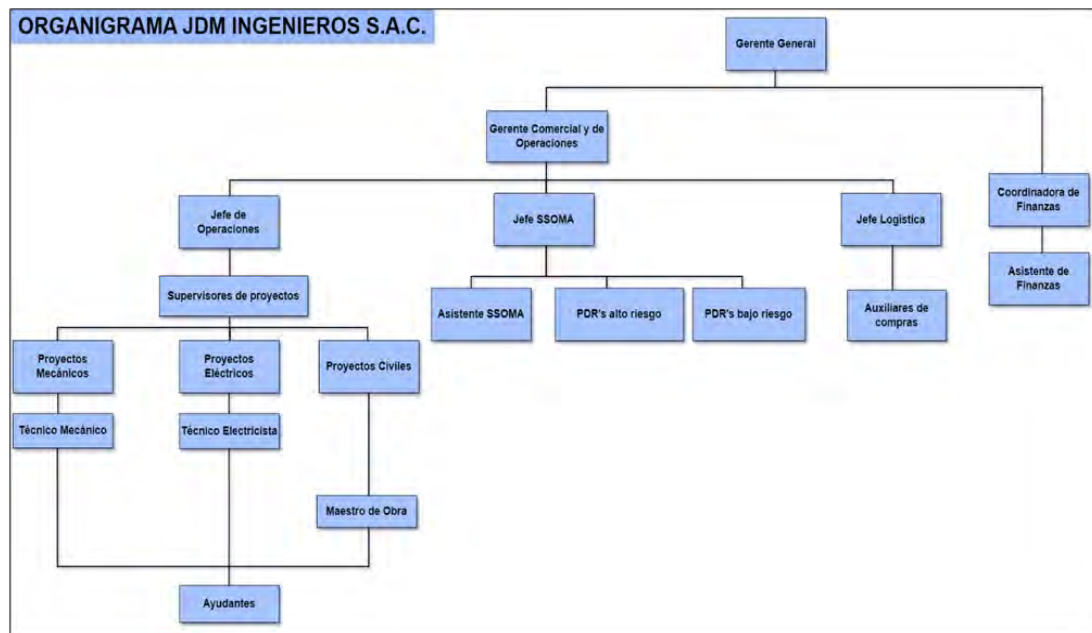


Figura 11: Organigrama de la empresa
Fuente: Empresa

2.5 Entidades que participan en el modelo de negocio

Las entidades que se relacionan con la empresa cumplen un rol clave en el desarrollo del modelo de negocio, ya que influyen directamente en su funcionamiento y en la generación de valor.

2.5.1 Mapa relacional del Negocio

En la Figura 12 se presenta el mapa relacional de la empresa.



Figura 12: Mapa Relacional de la empresa
Fuente: Empresa

2.5.2 Clientes

La empresa atiende a una amplia gama de clientes en diversos sectores industriales, incluyendo la industria alimentaria, textil, minera y energética. Entre sus aproximadamente 16 clientes, destacan Mondelez, para quien ha realizado el 60% de los proyectos hasta la fecha de este año. Asimismo, se encuentran empresas como Nestlé, Mafer, Vainsa, Molitalia, Minka, Grupo Centenario, entre otros. En la Figura 13 se presenta los principales clientes de la empresa.



Figura 13: Clientes de la Empresa

2.5.3 Proveedores

Los proveedores son una parte fundamental en el modelo de negocio, ya que proporcionan los materiales y recursos necesarios para la fabricación de productos y la prestación de servicios. La empresa busca establecer relaciones sólidas y de confianza con sus proveedores, garantizando la calidad y disponibilidad de los insumos requeridos para sus operaciones. Los más resaltantes son los que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5: Proveedores de herramientas y materiales de la empresa

| DESCRIPCION RUBRO | PROVEEDOR | DIRECCION |
|---|--|---|
| TECLES - MANIOBRAS | NINANYA ORTIZ GERARDO SEBASTIAN | AV. GUILLERMO DANSEY #640 - INT B2 |
| IMPRESORAS | DASMITEC PERU SA | AV. INCA GARCILAZO DE LA VEGA #1358 INT 344 |
| ESCALERAS - MANIOBRAS | K&N PERU - SOLUCION EN MANIOBRAS E IZAJES SAC | AV. GUILLERMO DANSEY #767 (CRUCE CON GARCIA VILLON) |
| ESCALERAS - MANIOBRAS | K&N PERU - SOLUCION EN MANIOBRAS E IZAJES SAC | AV. GUILLERMO DANSEY #767 (CRUCE CON GARCIA VILLON) |
| ESCALERAS - MANIOBRAS | K&N PERU - SOLUCION EN MANIOBRAS E IZAJES SAC | AV. GUILLERMO DANSEY #767 (CRUCE CON GARCIA VILLON) |
| MANIOBRAS - TECLES | MANIO PERU | AV. ARGENTINA 327 INT E - CC BELLOTA |
| HERRAMIENTAS - CONSUMIBLES | YOLIS | AV. GUILLERMO DANSEY NRO. 828 INT. E119 PASAJE 11 - CC UDAMPE |
| EXTINTORES - MITOS | EXTINTORES UDAMPE | AV. GUILLERMO DANSEY NRO. 828 CC UDAMPE |
| PINTURAS | COLOR Y MATIZ LOPEZ | AV. GUILLERMO DANSEY NRO. 828 CC UDAMPE |
| PINTURAS | GRUPO CARLITOS | Jr. Huarochiri 649-653 CERCADO LIMA |
| SRV. MITO EQUIPOS HTTAS | SRV. MITO UDAMPE | AV. GUILLERMO DANSEY NRO. 828 Calle 6 d 115 CC UDAMPE |
| GARRUCHAS | GARRUCHAS ESPARTACKUS | AV. GUILLERMO DANSEY NRO. 828 CC UDAMPE |
| ELECTRICOS | CORPORACIÓN YESSICA | AV. ARGENTINA 575 PASAJE E TDA 17 CC LA CHIMENEA |
| TUBOS - CODOS - FIERROS - NIPLES VARIOS | COMERCIAL MARYORI | AV. ARGENTINA 575 PUESTO N17-18 CC LA CHIMENEA |
| EPPS | GRUPO LUNA | AV. ARGENTINA 327 INT 6 CC BELLOTA |
| EPPS | J&M LOS ANDES SECURITY EIRL | JR. HUARACHIRI 524 CC PLAZA FERRETERO |
| YANISAC | IMPORTADORA YANISAC | AV. ARGENTINA 327 PASAJE SECUNDARIO 3 TDA T1-3 CC BELLOTA |
| PERNOS | HEZEQ SAC - PERNOS HOREB | CALLE CARCAMO 409 CERCADO LIMA MALVINAS |
| ELECTRICOS | JM ELECTRIC | CALLE ASCOPE 563 CERCADO LIMA MALVINAS |
| RODAMIENTOS | IDRE SAC | CALLE CARCAMO 506 CERCADO LIMA MALVINAS |
| FRIZAS - JEBES | IMPORTACIONES GENERALES II SAC | CALLE CARCAMO 518 CERCADO LIMA MALVINAS |
| FAJAS | KARIM FAJAS INDUSTRIALES | PJ. SAN JUDAS TADEO 143 - CALLE CARCAMO 500 CERCADO LIMA MALVINAS |
| VARIOS | TIENDAS DEL MEJORAMIENTO DEL HOGAR - SODIMAC/MAESTRO | JR. CARCAMO CON AV. COLONIAL - CERCADO LIMA |

Fuente: Empresa

2.5.4 Competencia

La organización opera en un mercado altamente competitivo, donde compite con otras empresas del sector de ingeniería y metal mecánica. Con el fin de destacarse en este entorno competitivo, la empresa se enfoca en ofrecer servicios de alta calidad, soluciones personalizadas y un excelente servicio al cliente. Además, busca diferenciarse a través de la innovación tecnológica y la eficiencia en la ejecución de proyectos. Algunos de sus competidores incluyen empresas como COPRIMAC (en el rubro de estructuras metálicas y mantenimiento) y "Creando Valor" (en el rubro de facility en Mondelez) y "POLINDUSTRIA" (en el rubro de estructuras metálicas).

2.5.5 Empleados

Los empleados son un activo invaluable para la empresa, ya que su experiencia, habilidades y compromiso son fundamentales para el éxito de la empresa. La compañía se esfuerza por crear un ambiente laboral inclusivo, seguro y motivador, donde los empleados puedan desarrollarse profesionalmente y contribuir al logro de los objetivos corporativos. Cuenta con alrededor de 50 empleados desde gerentes, administrativos, operacionales, etc.

2.6 Recursos de la empresa

Los recursos de la empresa abarcan los elementos tangibles e intangibles que respaldan el funcionamiento de sus actividades, facilitando la correcta ejecución de los proyectos y el manejo organizado de los materiales, la información y las condiciones operativas requeridas.

2.6.1 Materiales principales que se consumen

En cuanto a recursos físicos, la empresa las divide en clases y familias, como se ilustra en la Tabla 6. Estas divisiones son fundamentales para la organización y gestión eficiente de los recursos. Los códigos generados a partir de esta clasificación se utilizan para la ejecución del inventario, el cual es elaborado en Excel por el jefe de logística. Este inventario no solo incluye los recursos internos de la empresa, sino también los proveedores externos. Esta práctica permite una supervisión integral de los recursos disponibles y una gestión de los mismos para el desarrollo de los proyectos de manera efectiva y eficiente. (Ver Anexo 4 – Código de Seguridad 08)

Tabla 6: Matriz de familias de recursos físicos

| MATRIZ DE CODIFICACION | | | | | | | |
|------------------------|--------------|---------|------------|-------------|--|-------------|--|
| CLASE | | FAMILIA | | SUB-FAMILIA | | CORRELATIVO | |
| 01 | ACTIVOS | 01 | CIVIL | | | | |
| 02 | EQUIPOS | 02 | ELECTRICA | | | | |
| 03 | CONSUMIBLE | 03 | MECANICA | | | | |
| 04 | HERRAMIENTAS | 04 | OFICINA | | | | |
| 05 | INSTRUMENTO | 05 | SEGURIDAD | | | | |
| 06 | MATERIALES | 06 | SOLDADURA | | | | |
| 07 | SUMINISTRO | 07 | TRANSPORTE | | | | |
| 08 | SEGURIDAD | | | | | | |
| CLASIF. CONTABLE | | | | | | | |
| 01 | ACTIVOS | | | | | | |
| 02 | EQUIPOS | | | | | | |
| 03 | CONSUMIBLES | | | | | | |
| 04 | SUMINISTROS | | | | | | |

Fuente: Empresa

Con respecto a los recursos principales no físicos, La empresa recibe regularmente solicitudes de trabajo a través de correos electrónicos, los cuales son evaluados por el gerente y el jefe de operaciones para su validación. Una vez aprobados, se procede a la elaboración de cotizaciones y propuestas económicas. Como ejemplo, se adjunta en el Anexo 1 un documento para el "Servicio de mantenimiento integral anual de extractores de aire".

Una vez que el cliente acepta la cotización, se establecen requisitos para permitir el acceso del personal a la planta. Estos requisitos son elaborados por el departamento de Seguridad de la empresa e incluyen documentos como procedimientos de trabajo seguro, matrices de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPERC), matrices de Aspectos e Impactos Ambientales, hojas de vida de los prevencionistas y supervisores, certificados de homologación de equipos de protección personal (PDR), certificados de bloqueo y etiquetado (LOTO), certificados de riesgo eléctrico y hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS). Todos estos documentos son enviados por correo electrónico desde la misma fuente. Anexo 2. Una vez que se aceptan los documentos y se obtiene el código de aprobación del cliente, los proyectos de trabajo pueden ejecutarse sin problemas. Al finalizar los trabajos, se presenta un informe detallado que incluye los pasos realizados durante el desarrollo del trabajo, los materiales y herramientas utilizados, así como los equipos de protección personal (EPP's). Además, se incluyen conclusiones y recomendaciones pertinentes. Anexo 3.

2.7 Descripción de los procesos o procedimientos principales que realiza la empresa

Los procesos centrales de la organización abarcan las actividades esenciales mediante las cuales se coordinan y desarrollan los servicios, permitiendo una adecuada gestión operativa, el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles y la atención efectiva de las necesidades del cliente.

2.7.1 Clasificación general de procesos de negocio y de soporte

La empresa, con su enfoque principal en la finalización de la mayoría de sus servicios en las plantas de clientes clave como Mondelez, Nestlé, entre otras empresas, requiere una cadena de suministro sólida y eficiente para satisfacer las expectativas generadas. Esta cadena de suministro debe ser diseñada para asegurar una gestión global eficaz de la empresa, permitiendo una administración óptima de recursos, una entrega puntual de productos y servicios, y la plena satisfacción del cliente. A continuación, en la Figura 14 se muestra el mapa de macroprocesos de la organización.



Figura 14: Mapa de procesos de la empresa
Elaboración propia

2.7.2 Proceso principal

El proceso principal es realizar proyectos electromecánicos, civiles y estructurales. El objetivo principal de la empresa es atender requerimientos con total compromiso, utilizando equipos de última generación, materiales de calidad y contando con profesionales especializados en cada rubro.

Estos procesos se desarrollan de la siguiente manera:

- Identificación de necesidades del cliente: En esta etapa, la organización se comunica con el cliente para comprender sus requisitos específicos para el proyecto, incluidos los plazos, presupuesto y especificaciones técnicas.
- Diseño y planificación del proyecto: Aquí, el equipo de ingenieros elabora un plan detallado para el proyecto, que incluye el diseño técnico, la asignación de recursos y la programación de actividades:
 - Fabricación y/o montaje: Esta etapa implica la producción de componentes metalmecánicos según las especificaciones del diseño. Puede incluir procesos como soldadura, corte, doblado y montaje de estructuras metálicas o maquinaria industrial.
 - Mantenimiento de máquinas: Implica la inspección periódica, ajuste, lubricación, reparación y reemplazo de componentes para garantizar el funcionamiento óptimo de la maquinaria industrial.
 - Obras Civiles: Incluye la construcción, reparación o modificación de estructuras civiles relacionadas con los proyectos metalmecánicos, como cimientos, plataformas, entre otros.

El 30% de los ingresos proviene de servicios de ingeniería y consultoría, mientras que el 30% proviene de fabricación y montaje, y otro 40% de mantenimiento, reparación y *facilities*.

- Administración de recursos: se asignan y gestionan eficientemente los recursos humanos, materiales y financieros necesarios para llevar a cabo el proyecto de manera efectiva. Esto incluye la coordinación del equipo de trabajo, la adquisición de materiales y equipos, así como el seguimiento del presupuesto y los plazos establecidos. La administración de recursos es crucial para garantizar que el proyecto avance de acuerdo

con el plan elaborado, optimizando la utilización de los recursos disponibles y minimizando los riesgos y contratiempos.

- Entrega e instalación: Los productos terminados se entregan al cliente y se instalan en su lugar designado. Este paso implica coordinación logística y aseguramiento de que la instalación se realice de manera eficiente y segura.
- Entrega de informes finales y facturación: El proceso de entrega de informes finales y facturación implica la recopilación y revisión de todos los informes generados durante el proyecto, seguido de la elaboración de un informe detallado que documenta todo el proceso realizado. Este informe se envía a los *stakeholders* y clientes para su revisión y aprobación. Una vez aprobado, se genera la factura correspondiente basada en los servicios prestados, y se emite un GR (Guía de Remisión) para respaldar la entrega de los productos o servicios.

2.7.3 Flujograma de los procesos involucrados en la empresa

El flujograma de la Figura 15 representa el proceso operativo de la empresa metalmecánica desde el inicio comercial hasta la facturación final. Aquí se describen las etapas involucradas:

- Área Comercial: El proceso comienza con una visita comercial y la generación de una cotización. Si la cotización es aprobada, se emite una orden de compra (OC).
- Área de Compras: La orden de compra se archiva y pasa a una verificación. Si es autorizada, el proceso continúa; si no, el proceso finaliza.
- Operaciones: Una vez autorizada la orden de compra, el planner organiza el cronograma semanal de actividades. Se lleva a cabo la procura de mano de obra, equipos, materiales, y elementos de protección personal (EPPs). Después, se procede con la ejecución del trabajo, seguido por la entrega del trabajo y la elaboración del informe.
- SSOMA (Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente): Un plan de trabajo (PTS) es desarrollado y requiere un código de aprobación. Si no es aprobado, el proceso termina. Si es aprobado, se gestionan los EPPs y se lleva un registro en planta para controlar los trabajos.
- Finanzas: El informe elaborado se envía al área de finanzas para su recepción y, posteriormente, se envía al cliente para la cobranza. Una vez recibido el código de guía de remisión (GR), se procede con la facturación, finalizando el proceso.

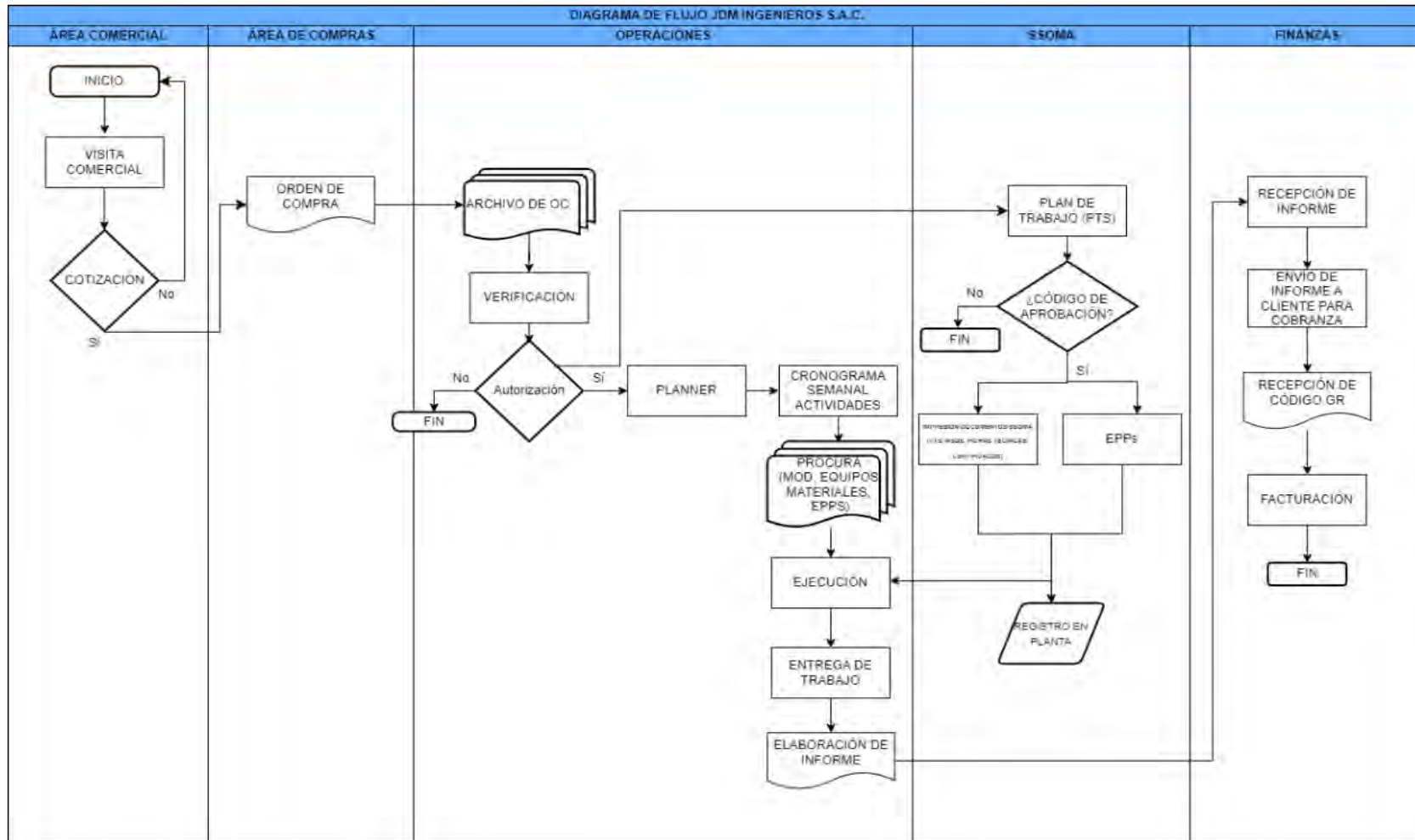


Figura 15: Flujograma de Procesos
Elaboración propia

CAPITULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

Antes de emprender el análisis del proceso productivo, es crucial examinar detenidamente la situación actual de la empresa. Para este fin, se ha propuesto realizar un diagnóstico integral de la organización, empleando herramientas de análisis como PESTEL y la matriz FODA. Estas herramientas permitirán una evaluación de los factores externos e internos que impactan en las operaciones y el rendimiento general de la empresa.

3.1. Análisis del Macroentorno

Para comprender el entorno en el que opera la empresa y los factores que pueden tener mayor relevancia, es necesario recopilar información detallada sobre cada aspecto relacionado con las actividades comerciales de la compañía. A continuación, se presenta en un diagrama PESTEL en el cual se muestran estos factores. (Ver Figura 16)



Figura 16: PESTEL de la empresa
Elaboración propia

El estudio PESTEL muestra varios factores que afectan a una empresa metalmeccánica. Desde el punto de vista político, la inestabilidad provocada por el gobierno actual puede generar retrasos o paralizaciones en los proyectos, impactando en los servicios brindados al sector alimentario. Además, el riesgo de una menor inversión en el sector metalmeccánico reduce las oportunidades de crecimiento y expansión. A nivel económico, los altos índices de inflación y los cambios en el producto bruto interno afectan los costos operativos y el poder adquisitivo, lo que podría aumentar el precio de los servicios y dificultar la competitividad.

Desde el ámbito social, la diversidad cultural y la gestión del cambio cultural en la fuerza laboral son clave para mantener la eficiencia en la producción y los servicios. La ola de innovación tecnológica mencionada bajo el factor tecnológico abre oportunidades para la adopción de tecnologías avanzadas que mejoren la eficiencia operativa, aunque también exige adaptarse a soluciones tecnológicas y resolver asuntos de propiedad intelectual. Finalmente, las regulaciones legales y ambientales como la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y la segregación de residuos sólidos pueden aumentar la carga administrativa y de cumplimiento normativo, afectando los procesos internos de la empresa.

3.2. Análisis del Microentorno

Después de analizar los factores externos, se procede a examinar las amenazas y oportunidades que enfrenta la empresa en función de su situación actual. Posteriormente, se identifican las fortalezas y debilidades de la compañía en relación con el entorno en el que opera, considerando la naturaleza de sus actividades comerciales. Estos elementos se reflejan de manera clara en la Figura 17.

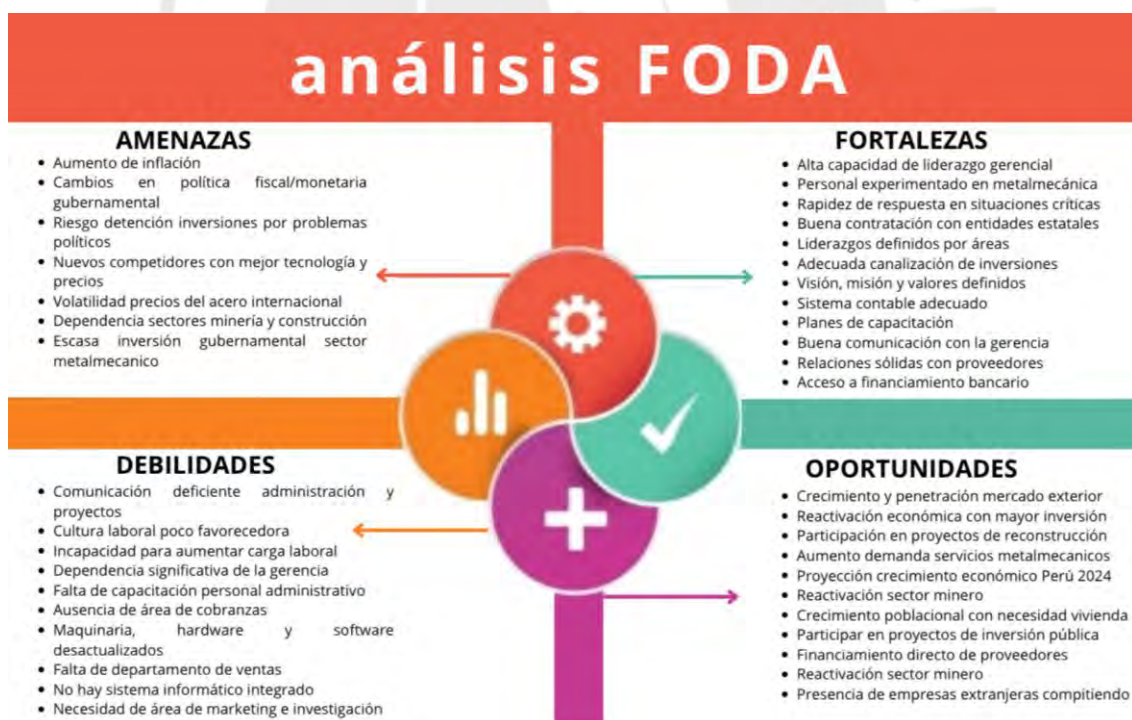


Figura 17: Matriz FODA
Elaboración propia

El estudio FODA realizado muestra que la empresa dispone de fortalezas internas importantes, tales como el conocimiento técnico especializado, la capacidad de dirección y vínculos estables con clientes y proveedores, lo que le permite desenvolverse de manera sostenida en su sector. Sin embargo, el análisis también revela limitaciones internas relacionadas con la forma en que se gestionan los procesos, la fluidez de la comunicación organizacional, la concentración de decisiones y la ausencia de sistemas integrados de información y control. Desde el entorno externo, se identifican condiciones favorables asociadas al dinamismo del sector industrial y al proceso de reactivación económica, así como factores de riesgo derivados de la variabilidad de los costos, el escenario económico cambiante y una competencia cada vez más exigente. En conjunto, este diagnóstico pone en evidencia la necesidad de fortalecer la gestión y estandarización de los procesos internos como base para mejorar la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta de la empresa.

Después de realizar el análisis FODA de la empresa, se ha elaborado una nueva matriz que se centra en establecer estrategias basadas en la interrelación de los cuatro componentes del análisis. La Figura 18 presenta esta matriz, la cual permite identificar cómo las fortalezas de la empresa pueden aprovecharse para mitigar sus debilidades, cómo las oportunidades del entorno pueden maximizarse utilizando sus fortalezas, y cómo se pueden enfrentar las amenazas externas minimizando los riesgos asociados a las debilidades internas.



Figura 18: Matriz de estrategias
Elaboración propia

La matriz de estrategias evidencia que la empresa requiere orientar sus esfuerzos a fortalecer la gestión interna y el soporte de sus procesos, a fin de aprovechar sus capacidades técnicas y responder de manera más eficiente a las condiciones del entorno. Asimismo, se identifica la necesidad de reducir vulnerabilidades operativas mediante mejoras en sistemas, organización y control, como base para sostener la competitividad y mitigar los riesgos asociados a la dependencia sectorial y a la variabilidad del contexto económico.

3.3. Diagnóstico

Una vez evaluado tanto el macroentorno como el microentorno de la empresa, pasamos al diagnóstico de los problemas, en esta sección se efectuará un análisis detallado y una evaluación integral de la situación actual de la empresa. El proceso comenzará con un examen del mapa de macroprocesos, profundizando hasta el nivel 3, lo que abarca el proceso seleccionado y sus correspondientes actividades. Posteriormente, se aplicará la herramienta de matrices pareadas para escoger el proceso que será objeto de análisis. Una vez identificado el producto seleccionado, se procederá a reconocer los problemas asociados al proceso mediante el uso de diagramas de flujo de las operaciones. La matriz de intenciones, por su parte, será empleada para evaluar los indicadores que permitirán comprender la situación actual de la empresa. A partir de estos indicadores, se identificarán los problemas relacionados. Luego, se utilizará el diagrama de Causa-Efecto para desentrañar las causas raíz que generan el principal problema identificado. En una etapa subsiguiente, se llevarán a cabo análisis cuantitativos para determinar las causas fundamentales, las cuales serán analizadas individualmente con el apoyo de indicadores y gráficos específicos que reflejen su situación actual. Finalmente, se elaborará un diagnóstico general de la empresa basado en los hallazgos obtenidos, lo que permitirá proponer contramedidas y seleccionar modelos y herramientas de la Ingeniería Industrial que sean apropiados para abordar las causas fundamentales y así mitigar el problema principal.

3.3.1. Mapeo de Procesos

Se inicia con la elaboración de una matriz de comparaciones pareadas que evalúa el desempeño de diversas alternativas según diferentes criterios estratégicos, esta evalúa el macroproceso más crítico utilizando una escala establecida. Los factores fueron evaluados por la empresa y sus respectivos pesos definidos en base al nivel de importancia que la empresa considera, con niveles del 1 al 10. Posteriormente, se evalúa cada factor del 1 al 5 para obtener el proceso

principal. Los detalles completos de los resultados de esta matriz se encuentran proporcionados en la Tabla 7:

Tabla 7: Matriz de comparaciones pareadas

| Criterios | Nivel de Ventas | Impacto en costos de la empresa | Calidad de Servicio | Impacto en los tiempos de planificación de operación | Seguridad en los procesos | Ponderacion | Nivel de importancia |
|---|-----------------|---------------------------------|---------------------|--|---------------------------|-------------|----------------------|
| Macroprocesos | 17.31% | 45.37% | 23.83% | 8.40% | 5.09% | | |
| Gestion comercial proyectos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3.64 |
| Gestion de la calidad | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3.64 |
| Planificacion de los recursos | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4.55 | 16.58 |
| Administracion de recursos y ejecucion de proyectos | 5 | 5 | 1 | 3 | 3 | 3.78 | 13.76 |
| Entrega de informes finales y facturacion | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 | 2.28 | 8.30 |
| Gestion de seguridad y salud ocupacional | 3 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4.01 | 14.60 |
| Gestion administrativa financiera | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.10 | 4.01 |
| Gestion logistica | 5 | 3 | 5 | 5 | 1 | 3.89 | 14.16 |
| Atencion a requerimientos internos y externos | 1 | 1 | 3 | 5 | 1 | 1.81 | 6.60 |
| Seguimienton de la gestion | 1 | 1 | 5 | 3 | 1 | 2.12 | 7.73 |
| Mejora continua | 1 | 1 | 3 | 5 | 3 | 1.91 | 6.97 |
| Total | | | | | | 27.46 | 100 |

Elaboración Propia

El resultado obtenido revela que el macroproceso más crítico es el de planificación de recursos, el cual tiene una importancia del 16.58%, por lo cual se posiciona a ser el proceso a evaluar. Por consiguiente, procederemos al desarrollo del mapeo del proceso de planificación de recursos, el cual se puede observar en la Figura 19.

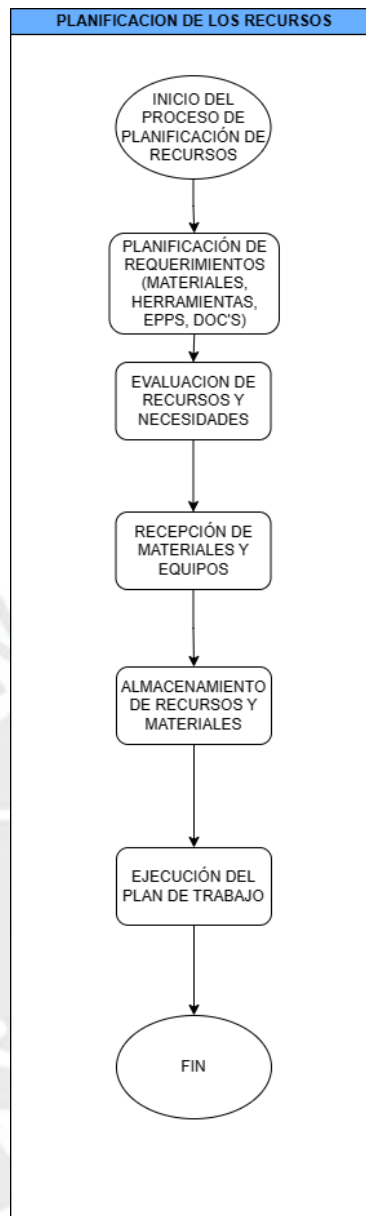


Figura 19: Flujograma del proceso de Planificación de Recursos
Elaboración propia

A continuación, se realiza una matriz de priorización con los criterios estratégicos de impacto en costos de inventario, transporte, impacto en la calidad del servicio, entre otros. Se evalúa el desempeño de las alternativas bajo estos criterios mediante una escala de 1 a 5, tal como se muestra en la Tabla 8, a continuación:

Tabla 8: Matriz de priorización

| Criterios | Impacto en costos de transporte | Impacto en costos de inventario | Impacto en la calidad del servicio | Impacto en tiempos de entrega | Nivel de eficiencia de operación en planta | Ponderacion | Nivel de importancia |
|---|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--|-------------|----------------------|
| Procesos | 4.85% | 15.48% | 43.71% | 9.17% | 26.79% | | |
| PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS PARA PLANTA | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4.82 | 33.54 |
| EVALUACION DE RECURSOS Y NECESIDADES | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.10 | 7.64 |
| RECEPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.63 | 11.37 |
| ALMACENAMIENTO DE RECURSOS Y MATERIALES | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3.28 | 22.84 |
| EJECUCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3.54 | 24.62 |
| Total | | | | | | 14.36 | 100 |

Elaboración Propia

El resultado obtenido es el proceso de planificación de los requerimientos con una importancia de 33.54 %, superando a los otros procesos. Por ende, debemos realizar un flujograma de actividades del proceso de planificación de requerimientos (materiales, herramientas, EPP's, documentos, entre otros), el cual se muestra en la Figura 20.

El proceso de planificación de requerimientos para los servicios de mantenimiento de estructuras metálicas en una empresa del sector metalmeccánico, dirigida a empresas del sector alimenticio, inicia con el jefe de operaciones, quien elabora un cronograma semanal de trabajos, especificando los detalles operativos como el lugar, nombre del trabajo, código y hora de entrada. Esta información se envía a los supervisores, quienes reciben la planificación y desarrollan una lista de requerimientos que incluye herramientas, materiales y equipos de protección personal (EPP) necesarios para la ejecución del proyecto. Posteriormente, los supervisores remiten esta lista al jefe de logística a través de un canal de comunicación interno.

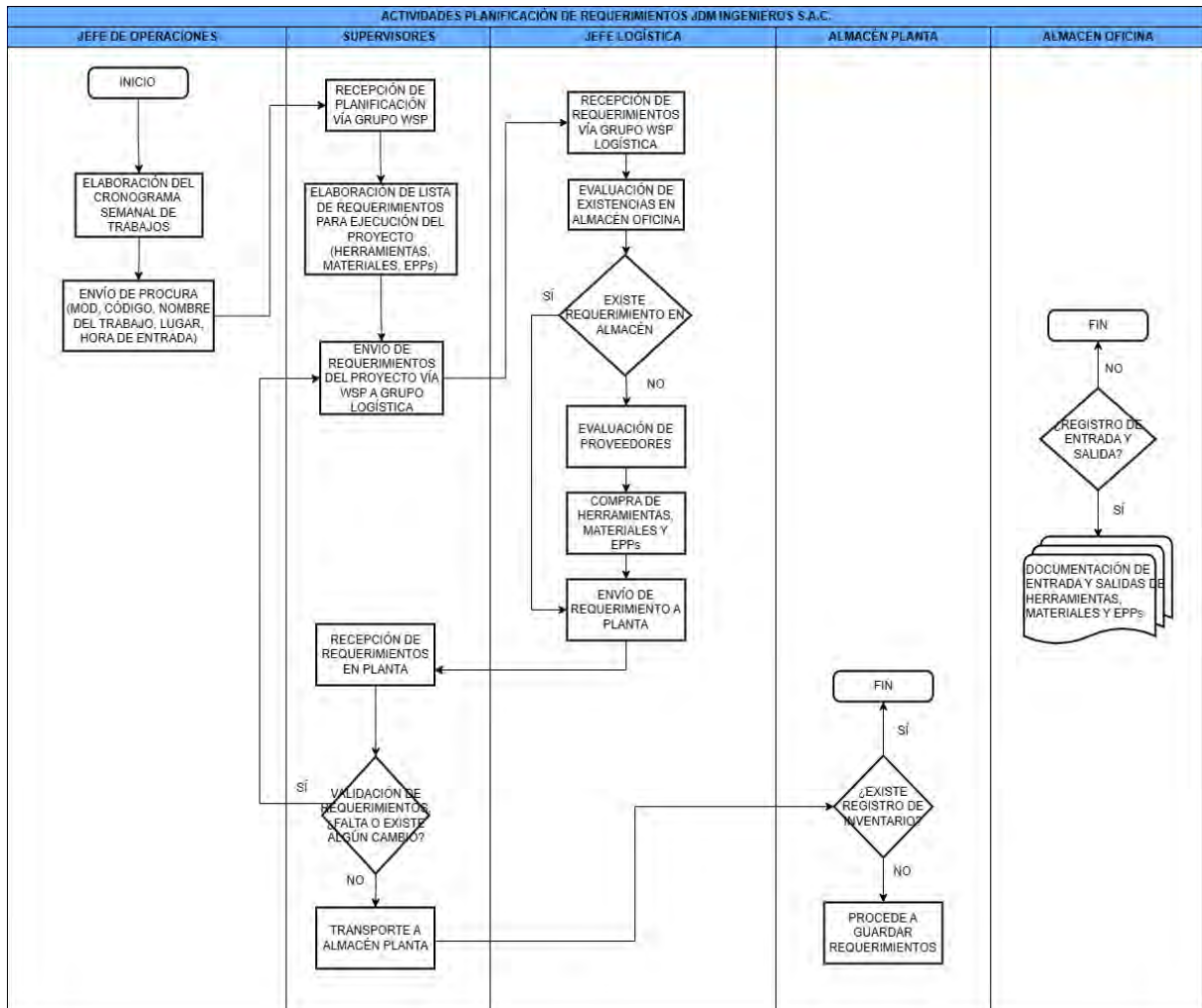


Figura 20: Flujograma de actividades del proceso de Planificación de Requerimientos
Elaboración propia

El jefe de logística, tras recibir la lista, evalúa la existencia de los materiales en el almacén de oficina; si estos están disponibles, se procede a enviarlos a la planta, mientras que, de no estarlo, se contacta a proveedores para la compra de los insumos faltantes, los cuales son enviados a planta una vez adquiridos. En la planta, el personal de almacén recibe los materiales y valida la completitud de los requerimientos, procediendo al transporte de estos al almacén de planta. Por otro lado, en el almacén de oficina se verifica y documenta el registro de entrada y salida de herramientas, materiales y EPP según corresponda, con el fin de mantener el control de inventarios. Finalmente, en la planta se revisa la existencia de un registro en el inventario, y, de no haberlo, se procede a guardar los requerimientos en el sistema, concluyendo así el proceso de planificación de requerimientos.

3.3.2. Gestión de Indicadores

El propósito de la gestión de indicadores consiste en evaluar de forma cuantitativa el rendimiento de un proceso crítico. Este análisis se lleva a cabo mediante la identificación de los indicadores adecuados para cada actividad dentro del ámbito del proceso crítico “Planificación de requerimientos”. Posteriormente, se utiliza la evaluación del desempeño de estos indicadores para detectar y justificar, de manera cuantitativa, cualquier discrepancia entre el rendimiento real y el objetivo establecido, lo que permite identificar posibles problemas dentro del proceso. Con el fin de asegurar una medición precisa y una supervisión efectiva del desempeño en el área de Planeamiento, en la Tabla 9 se han definido indicadores estratégicamente alineados con las metas previamente establecidas.



Tabla 9: Matriz de Intenciones

| Grupo | Planificación de requerimientos | | | Indicadores | | | | | |
|--|---|--|--|--|------|--|--|--------------|------------|
| | Título | Responsable | Intención | Título | Tipo | Unidad | Fórmula | Alineamiento | Viabilidad |
| PRINCIPALES | ELABORACIÓN DEL CRONOGRAMA SEMANAL DE TRABAJOS | Jefe de operaciones | Organizar y planificar las actividades semanales que la empresa llevará a cabo durante la semana. Esta actividad es fundamental para garantizar una gestión eficiente del tiempo y de los recursos disponibles, así como para cumplir con los compromisos adquiridos con los clientes. | Cumplimiento de plan semanal (eficacia) | C | % | $(\text{Número de proyectos realizados según plan semanal} / \text{Número total de proyectos planificados en la semana}) \times 100\%$ | 100% | 100% |
| | ENVÍO DE PROCURA (MOD, CÓDIGO DE TRABAJO, NOMBRE DEL TRABAJO, LUGAR, HORA DE ENTRADA) | Jefe de operaciones | Asegurar una comunicación efectiva y precisa entre la empresa y su personal de trabajo en campo. Esta actividad es esencial para garantizar que los trabajadores estén debidamente informados sobre los detalles específicos de cada trabajo o proyecto que llevarán a cabo. | Porcentaje de trabajadores que consideran la comunicación efectiva y precisa | C | % | $(\text{N}^\circ \text{ de trabajadores que consideran la comunicación efectiva} / \text{N}^\circ \text{ total de trabajadores encuestados}) \times 100\%$ | 100% | 100% |
| | ELABORACIÓN DE LISTA DE REQUERIMIENTOS PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO (HERRAMIENTAS, MATERIALES, EPPs) | Supervisores | Asegurar todos los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto de manera eficiente y segura. Esta actividad es fundamental para planificar adecuadamente la ejecución del trabajo y garantizar que se cumplan los estándares de calidad, seguridad y eficiencia requeridos. | Cumplimiento de recursos planificados | C | % | $(\text{Recursos reales adquiridos} / \text{Recursos planificados}) \times 100\%$ | 100% | 100% |
| | EVALUACIÓN DE EXISTENCIAS EN ALMACÉN OFICINA | Jefe Logística | Esta actividad es fundamental para garantizar que los materiales, herramientas y equipos de protección personal (EPPs) requeridos estén disponibles en el momento adecuado y en las cantidades necesarias para satisfacer las demandas de los proyectos en curso. | Utilización de herramientas, materiales y EPPs | C | % | $(\text{Cantidad de herramientas, materiales y EPPs utilizados} / \text{Cantidad total de requerimientos disponibles})$ | 100% | 100% |
| | | Jefe Logística | Esta actividad es fundamental para garantizar que los materiales, herramientas y equipos de protección personal (EPPs) requeridos estén disponibles en el momento adecuado y en las cantidades necesarias para satisfacer las demandas de los proyectos en curso. | Inventario no disponible en almacén | D | % | $((\text{Unid. Dañadas} + \text{Unid. Obsoletas} + \text{Unid. Vencidas}) / \text{Unid. Disponibles}) \times 100$ | 100% | 100% |
| | COMPRA DE HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EPPs | Jefe Logística | Asegurar que JDM INGENIEROS cuente con los recursos necesarios para llevar a cabo sus proyectos. Esta actividad es fundamental para garantizar la disponibilidad de los recursos necesarios y mantener el flujo de trabajo sin interrupciones. | Porcentaje de presupuesto utilizado para compras de recursos necesarios | C | % | $(\text{total gastado en compras de recursos necesarios} / \text{presupuesto total asignado}) \times 100$ | 100% | 100% |
| | ENVÍO DE REQUERIMIENTO A PLANTA | Jefe Logística | Asegurar que todos los recursos necesarios, incluyendo herramientas, materiales y equipos de protección personal (EPPs), estén disponibles en el lugar de trabajo, garantizando así el inicio y desarrollo exitoso de los proyectos. | Cumplimiento del tiempo de envío de requerimientos | C | % | $(\text{Requerimientos enviados a tiempo} / \text{Total de requerimientos}) \times 100$ | 100% | 100% |
| | VALIDACIÓN DE REQUERIMIENTOS RECEPCIONADOS EN PLANTA | Supervisores | Garantizar que los recursos enviados desde la oficina central cumplan con los estándares de calidad y especificaciones necesarias para la correcta ejecución de los proyectos en el lugar de trabajo. | Porcentaje de requerimientos validados correctamente | C | % | $(\text{Requerimientos validados correctamente} / \text{Total de requerimientos recibidos en planta}) \times 100$ | 100% | 100% |
| | REGISTRO DE INVENTARIO EN ALMACEN PLANTA | Encargado de Almacén en planta | recursos almacenados en el lugar de trabajo, incluyendo herramientas, materiales y equipos de protección personal (EPPs). | Porcentaje de coincidencia entre inventario físico y registros de almacén | C | % | $(\text{Cantidad de recursos en inventario físico que coinciden con los registros en almacén} / \text{total de recursos en inventario físico}) \times 100$ | 100% | 100% |
| REGISTRO DE SALIDA DE INVENTARIOS EN ALMACÉN OFICINA | Encargado de Almacén en oficina | Mantener un control preciso y actualizado de todos los recursos que son utilizados y enviados desde la oficina central hacia los diferentes lugares de trabajo, como las plantas de ejecución de proyectos | Porcentaje de cumplimiento del registro de salida de inventarios en comparación con los registros físicos en almacén | C | % | $(\text{registro de salida de inventarios correctos} / \text{total de registros de salida de inventarios}) \times 100$ | 100% | 100% | |

A continuación, se realizarán cálculos basados en fichas de indicadores, cuyo propósito es llevar a cabo un análisis exhaustivo del progreso de cada indicador a lo largo de cierto tiempo para evaluar su nivel de cumplimiento en relación con las metas establecidas. La evaluación de cada indicador proporciona información relevante sobre su desempeño, permitiendo identificar patrones, tendencias y desviaciones respecto a los objetivos planteados.

Indicador 1: Cumplimiento del Plan Semanal (eficacia)

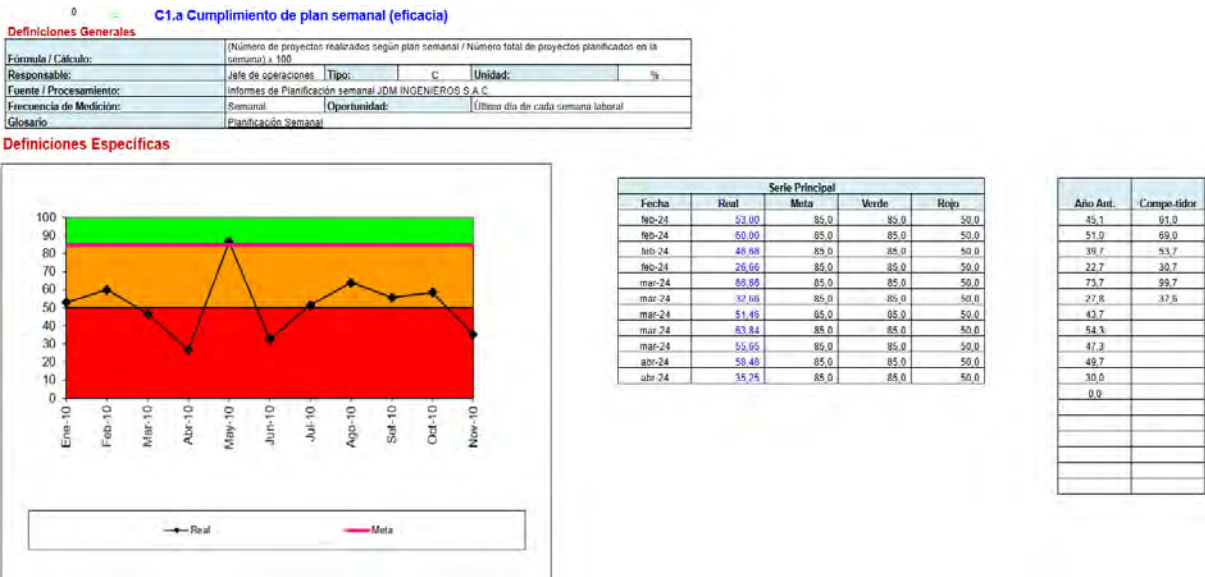


Figura 21: Ficha 1
Elaboración propia

El análisis de la ficha de indicadores refleja una considerable variabilidad en el cumplimiento del plan semana. A lo largo de los meses, se observa que el porcentaje de cumplimiento fluctúa, con periodos en los que el indicador se sitúa por debajo del umbral de eficacia, particularmente en febrero y marzo de 2024, donde se presentan desviaciones significativas en relación con la meta del 85%. Este desempeño irregular podría deberse a factores internos como una planificación ineficaz de los recursos y personal, problemas de logística en la asignación de proyectos o posibles retrasos en la adquisición de materiales esenciales, que afectan la capacidad de ejecución de los proyectos programados. Asimismo, el incumplimiento de los objetivos podría reflejar una gestión subóptima en la organización de las tareas, generando brechas en el cumplimiento de los plazos establecidos y, en consecuencia, un bajo rendimiento frente a las expectativas proyectadas. Por lo tanto, resulta fundamental revisar los procesos operativos y de planificación de la empresa para identificar y corregir los elementos que estén

limitando su desempeño, con el fin de asegurar una mayor estabilidad en el cumplimiento de los planes y optimizar su eficacia en su servicio.

Indicador 2: Porcentaje de trabajadores que consideran la comunicación efectiva y precisa

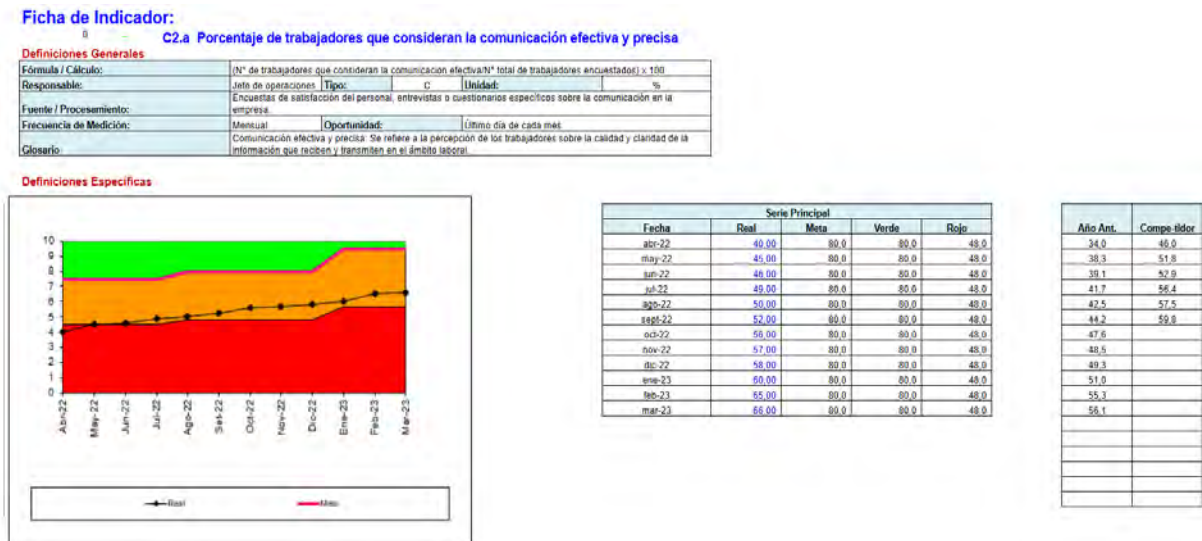


Figura 22: Ficha 2
Elaboración propia

El análisis de la ficha del indicador sobre el "Porcentaje de trabajadores que consideran la comunicación efectiva y precisa" revela una tendencia de mejora gradual a lo largo del tiempo, donde la puntuación real muestra un acercamiento progresivo hacia la meta establecida del 80%. No obstante, pese a este progreso, la mayoría de los valores se mantienen consistentemente en la zona roja, lo cual evidencia que aún existe un notable incumplimiento de los objetivos de comunicación propuestos. Esta situación podría estar vinculada a diversos factores internos, como deficiencias en los canales de comunicación, falta de claridad en los mensajes transmitidos o posibles limitaciones en la capacitación de los empleados para mejorar sus habilidades de comunicación. La persistencia de estos valores bajos sugiere que la empresa enfrenta desafíos importantes en la gestión de la comunicación interna, lo cual puede afectar tanto la coordinación entre áreas como el desempeño general de los equipos en los servicios de mantenimiento de estructuras metálicas.

Indicador 3: Cumplimiento de recursos programados para uso en planta

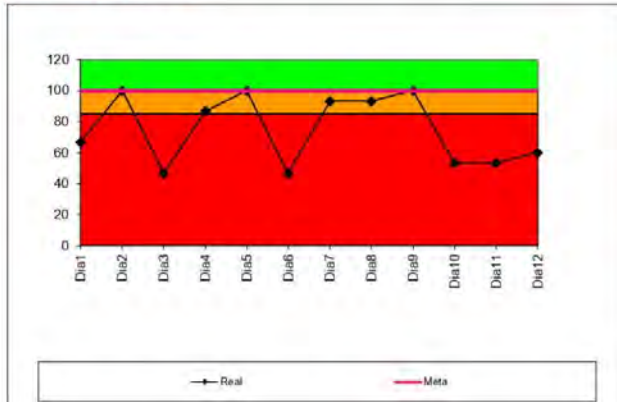
Ficha de Indicador:

C3. Cumplimiento de recursos planificados para proyectos en planta

Definiciones Generales

| | | | |
|-------------------------|---|--------------|-----------------|
| Fórmula / Cálculo: | (Recursos reales adquiridos/Recursos planificados) x 100% | | |
| Responsable: | Supervisor | Tipo: | C |
| Fuente / Procesamiento: | Base de datos de requerimientos JDM INGENIEROS S.A.C | | |
| Frecuencia de Medición: | Diario | Oportunidad: | Último cada día |
| Glosario: | Requerimientos planificados para proyectos en la semana | | |

Definiciones Específicas



| Serie Principal | | | | |
|-----------------|--------|-------|-------|------|
| Fecha | Real | Meta | Verde | Rojo |
| Día1 | 66.67 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día2 | 100.00 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día3 | 46.66 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día4 | 86.66 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día5 | 100.00 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día6 | 46.66 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día7 | 93.33 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día8 | 93.33 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día9 | 100.00 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día10 | 53.33 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día11 | 53.33 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |
| Día12 | 60.00 | 100.0 | 100.0 | 85.0 |

| Año Ant. | Completado |
|----------|------------|
| 98.7 | 78.7 |
| 85.0 | 115.0 |
| 39.7 | 53.7 |
| 73.7 | 96.7 |
| 85.0 | 115.0 |
| 38.7 | 53.7 |
| 78.3 | |
| 78.3 | |
| 85.0 | |
| 45.3 | |
| 45.3 | |
| 51.0 | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Figura 23: Ficha 3
Elaboración propia

El análisis de la ficha de indicadores sobre el "Cumplimiento de recursos planificados para proyectos en planta" refleja una considerable variabilidad en el nivel de cumplimiento a lo largo de los días, con algunos días alcanzando el 100% y otros muy por debajo de la meta establecida. La mayoría de los días muestran un cumplimiento inferior al 100%, lo cual indica que la empresa no está logrando satisfacer de manera consistente la totalidad de los recursos planificados. En días como el Día 1 y el Día 3, se observan desviaciones notables, con un cumplimiento significativamente menor al esperado, situándose en la zona roja y reflejando un incumplimiento crítico de los objetivos. Este patrón podría deberse a factores como la falta de disponibilidad oportuna de materiales, posibles retrasos en la logística de suministro o deficiencias en la planificación de recursos. Las desviaciones constantes sugieren la existencia de problemas estructurales en la gestión de inventarios o en la coordinación entre el área de planificación y el área operativa.

Indicador 4: Compra de herramientas, materiales y EPP's

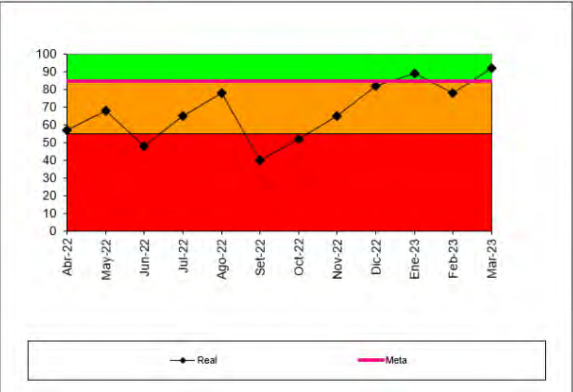
Ficha de Indicador:

C1.a COMPRA DE HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EPPS

Definiciones Generales

| | | | | | |
|--------------------------------|--|---------------------|------------------------|----------------|---|
| Fórmula / Cálculo: | (total gastado en compras de recursos necesarios / presupuesto total asignado) * 100 | | | | |
| Responsable: | Jefe Logística | Tipo: | C | Unidad: | % |
| Fuente / Procesamiento: | Informes de inventario en Estado de Resultados de la empresa brindada por área de Finanzas | | | | |
| Frecuencia de Medición: | Mensual | Oportunidad: | Último día de cada mes | | |
| Glosario: | Presupuesto asignado a compras | | | | |

Definiciones Específicas



| Serie Principal | | | | |
|-----------------|-------|------|-------|------|
| Fecha | Real | Meta | Verde | Rojo |
| Abr-22 | 57.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| May-22 | 68.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Jun-22 | 48.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Jul-22 | 65.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Ago-22 | 78.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Sep-22 | 40.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Oct-22 | 52.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Nov-22 | 65.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Dic-22 | 82.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Ene-23 | 89.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Feb-23 | 78.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| Mar-23 | 92.00 | 85.0 | 85.0 | 55.0 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| Año anterior | Competidor |
|--------------|------------|
| 62 | 88 |
| 58 | 85 |
| 52 | 85 |
| 45 | 85 |
| 58 | 75 |
| 78 | 85 |
| 50 | 85 |
| 58 | 85 |
| 62 | 85 |
| 95 | 85 |
| 78 | 75 |
| 98 | 85 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Figura 24: Ficha 4
Elaboración propia

El análisis del indicador "Compra de herramientas, materiales y equipos de protección personal (EPP)" revela una fluctuación en el cumplimiento del presupuesto asignado para estas adquisiciones a lo largo del período evaluado. Observando la serie de datos, se aprecia que el porcentaje de cumplimiento ha estado por debajo de la meta establecida del 85% en varios meses, especialmente en los meses de junio y septiembre de 2022, donde los valores alcanzaron mínimos de 48% y 40%, respectivamente. Sin embargo, también se registran aumentos significativos en los últimos meses del período, destacándose marzo de 2023 con un cumplimiento del 92%, que supera la meta. Estas variaciones pueden estar asociadas a factores internos, como la planificación deficiente en las adquisiciones, posibles restricciones presupuestarias, o cambios en la demanda de insumos debido a fluctuaciones en las operaciones de mantenimiento de estructuras metálicas. Además, la gestión de inventarios y la capacidad de respuesta del área de logística parecen ser aspectos críticos que influyen en el desempeño de este indicador. La irregularidad en el cumplimiento podría estar generando interrupciones en el flujo de materiales y equipos necesarios, afectando la eficiencia de los procesos de mantenimiento.

Indicador 5: Envío de requerimientos a Planta

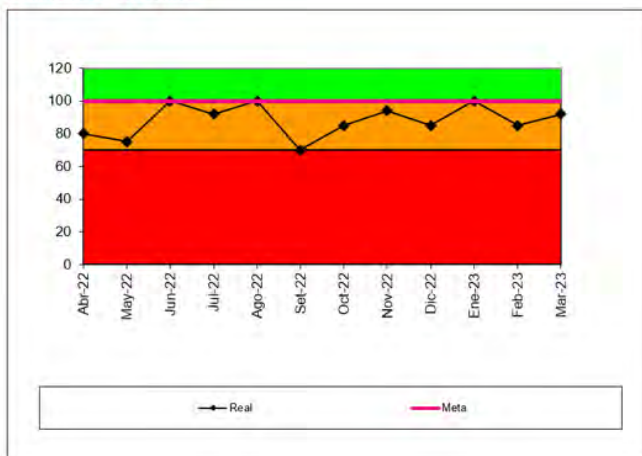
Ficha de Indicador:

● C1.a ENVÍO DE REQUERIMIENTOS A PLANTA

Definiciones Generales

| | | | | | |
|--------------------------------|--|---------------------|---------------------------|----------------|---|
| Fórmula / Cálculo: | (Requerimientos enviados a tiempo / Total de requerimientos) x 100 | | | | |
| Responsable: | Jefe Logística | Tipo: | C | Unidad: | % |
| Fuente / Procesamiento: | Informes de requerimientos, salidas de oficina y entradas en planta | | | | |
| Frecuencia de Medición: | Semanal | Oportunidad: | último día de cada semana | | |
| Glosario | Número de requerimientos que ingresan a planta & Número de requerimientos que salen de oficina | | | | |

Definiciones Específicas



| Serie Principal | | | | | Año anterior | Competidor |
|-----------------|--------|-------|-------|------|--------------|------------|
| Fecha | Real | Meta | Verde | Rojo | | |
| Abr-22 | 80.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 100 | 88 |
| May-22 | 75.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 81 | 85 |
| Jun-22 | 100.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 85 | 85 |
| Jul-22 | 92.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 58 | 75 |
| Ago-22 | 100.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 78 | 85 |
| Set-22 | 70.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 88 | 85 |
| Oct-22 | 85.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 95 | 85 |
| Nov-22 | 94.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 85 | 85 |
| Dic-22 | 85.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 95 | 85 |
| Ene-23 | 100.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 78 | 75 |
| Feb-23 | 85.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | 98 | 85 |
| Mar-23 | 92.00 | 100.0 | 100.0 | 70.0 | | |

Figura 25: Ficha 5
Elaboración propia

El análisis del indicador "Envío de Requerimientos a Planta" revela variabilidad en el cumplimiento de los requerimientos enviados a tiempo. Observando los datos entre abril de 2022 y marzo de 2023, se nota que el valor real del indicador muestra oscilaciones significativas, fluctuando entre el 75% y el 100%, mientras que la meta establecida es del 100%. Esto indica una falta de consistencia en el cumplimiento de los tiempos de entrega, lo cual podría deberse a problemas en la planificación y en la coordinación entre la oficina de requerimientos y la planta de producción. Factores como una gestión ineficiente de inventarios, tardanzas en el despacho de materiales o en la recepción de requerimientos, o una insuficiente capacidad de respuesta del personal en logística pueden estar influyendo negativamente en estos resultados. Además, en comparación con el desempeño del año anterior y el de la competencia, la empresa se encuentra en desventaja, ya que otros actores del mercado logran mayores niveles de cumplimiento en sus entregas.

Como conclusión de la gestión de indicadores, se identifican los cinco principales problemas que afectan el desempeño de la empresa. En primer lugar, se observa que la falta de recursos

adecuados o en el momento preciso ocasiona retrasos y tiempos muertos, ya que el personal no puede comenzar o completar las tareas programadas. Además, el envío de herramientas con medidas incorrectas o materiales defectuosos genera ineficiencias y aumenta los tiempos de espera, reflejando deficiencias en la disponibilidad oportuna de materiales y en la coordinación entre áreas. En segundo lugar, existen errores en la planificación y programación de tareas, que generan variabilidad en el cumplimiento del plan semanal y dificultan el logro de los objetivos de eficacia. En tercer lugar, se evidencia una comunicación interna poco efectiva y precisa, lo que impacta en la coordinación entre equipos y la ejecución de tareas, principalmente entre supervisores y personal en oficina. En cuarto lugar, el incumplimiento en el presupuesto de adquisición de herramientas, materiales y EPP's afecta el abastecimiento adecuado, debido a una planificación insuficiente y restricciones presupuestarias. Por último, la inconsistencia en el envío de requerimientos a planta se traduce en tiempos de entrega de trabajos no cumplidos, comprometiendo la continuidad de las operaciones.

3.3.3. Priorización de Problemas

Una vez identificados los indicadores para cada actividad, se procedió con un análisis de frecuencia basado en el impacto económico. Para ello, se estimaron valores a partir del tiempo empleado en cada servicio de mantenimiento de estructuras metálicas y de la remuneración correspondiente a los operarios y supervisores involucrados en el proceso. Asimismo, se cuantificaron las pérdidas de materiales para una evaluación económica integral. Luego, se aplicó un análisis de clasificación 80-20 (principio de Pareto) para detectar los problemas de mayor relevancia e impacto, enfocándose en aquellos que afectan más significativamente los costos (ver Tabla 10):

Tabla 10: Priorización de Problemas

| ID | Problemas | Frecuencia (1-10) | Costo x ocurrencia | Costo Total | Porcentaje | Porcentaje Acumulado | Clasificación 80-20 |
|----|---|-------------------|--------------------|-------------|------------|----------------------|---------------------|
| 1 | Retrazos y tiempos muertos durante inicio de actividades | 10 | 2500 | S/.25,000 | 41.27% | 41.27% | 80.00% |
| 2 | Errores en la planificación y programación de tareas | 10 | 1850 | S/.18,500 | 30.54% | 71.81% | 80.00% |
| 3 | Incumplimiento en el presupuesto de adquisición de herramientas, materiales y EPP's | 9 | 1100 | S/.9,900 | 16.34% | 88.16% | 20.00% |
| 4 | Inconsistencia en el envío de requerimientos a planta | 7 | 540 | S/.3,780 | 6.24% | 94.40% | 20.00% |
| 5 | Demoras en la coordinación entre supervisores de planta y personal en oficina | 7 | 485 | S/.3,395 | 5.60% | 100.00% | 20.00% |
| | | 43 | | S/.60,575 | 100.00% | | |

Elaboración Propia

Los resultados obtenidos en la tabla se han representado gráficamente en un diagrama de Pareto, en la Figura 26, para identificar los problemas que presentan un mayor impacto en la empresa. Para ello, se aplicará la regla del 80/20, donde se seleccionarán los problemas que representen el 80% del total.

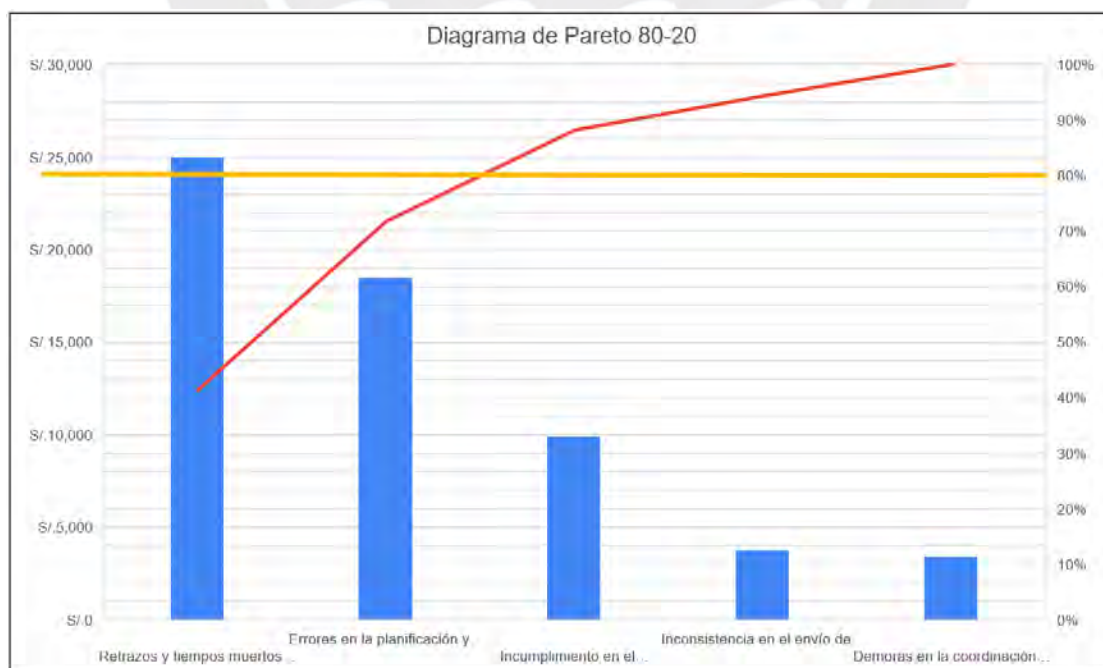


Figura 26: Problemas con mayor impacto en la empresa
Elaboración propia

Del análisis del Diagrama de Pareto, se han identificado dos problemas principales que afectan significativamente las operaciones en el área de planeamiento de la empresa dedicada al mantenimiento de estructuras metálicas. El primero corresponde a los retrasos y tiempos muertos durante el inicio de actividades, lo que refleja una deficiencia en la gestión de recursos, herramientas y materiales, ocasionando demoras y pérdidas de productividad en los trabajos de planta. El segundo problema está relacionado con los errores en la planificación y programación de tareas, los cuales evidencian una falta de sincronización entre la planificación y la ejecución de los proyectos, probablemente debido a desajustes en la asignación de tareas, insuficiencia en la información o la ausencia de un control adecuado, falta de coordinación en la asignación de tareas o de imprevistos que afectan la capacidad de la empresa para cumplir con los tiempos establecidos. Ambos problemas representan alrededor del 80% del impacto económico total, por lo que deben priorizarse en las estrategias de mejora para aumentar la eficiencia y optimizar la gestión operativa en la empresa.

3.3.4. Análisis de Causas

Para identificar las causas asociadas a cada problema, se utilizará el Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama de Causa-Efecto o Espina de Pescado. Esta herramienta clasifica las posibles causas en seis categorías: materiales, recursos, mano de obra, entorno, medición y método, lo que facilita el análisis exhaustivo de las causas raíz de cada situación. En el caso del primer problema, relacionado con los retrasos y tiempos muertos durante el inicio de actividades, los factores clave se analizarán y representarán en la Figura 27. Para el segundo problema, asociado a los errores en la planificación y programación de tareas, se expondrán las causas principales en la Figura 28. Este enfoque permitirá una comprensión integral de las influencias sobre cada problema, facilitando la elaboración de estrategias de solución más precisas.

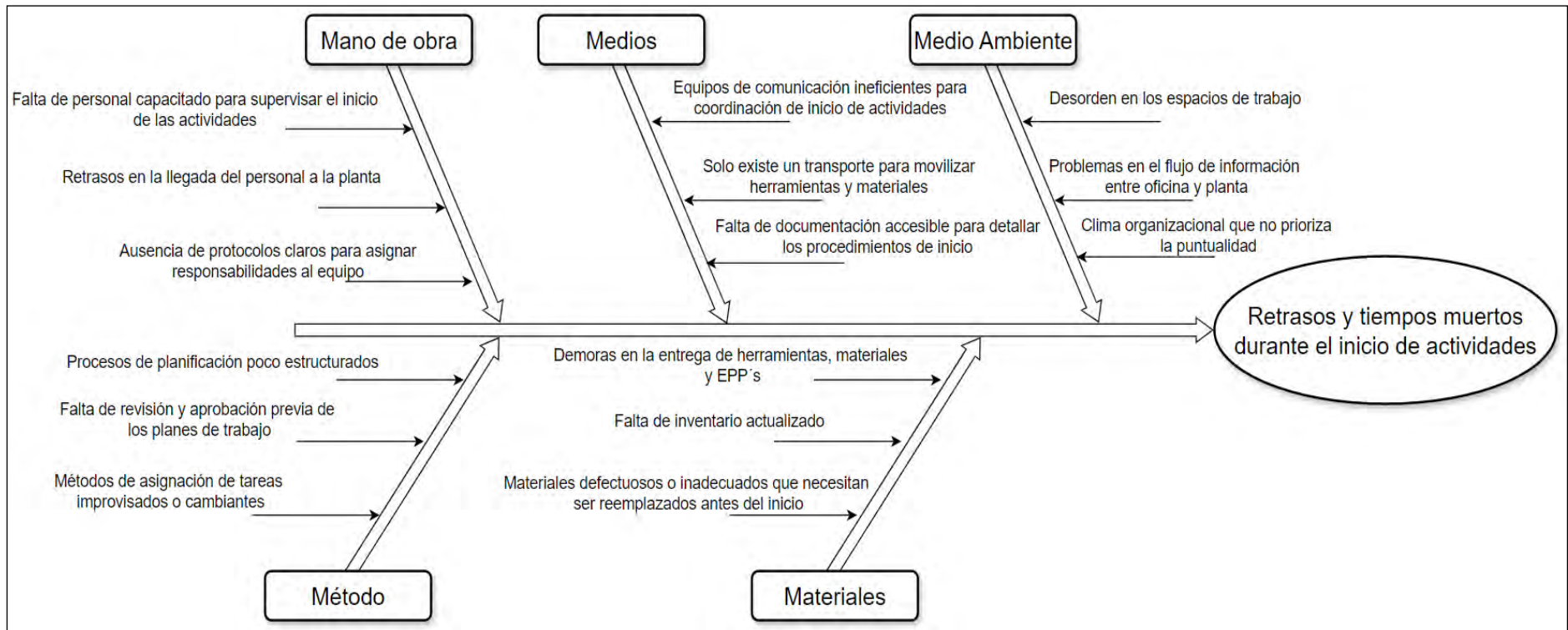


Figura 27: Diagrama Causa-Efecto Problema 1
Elaboración propia

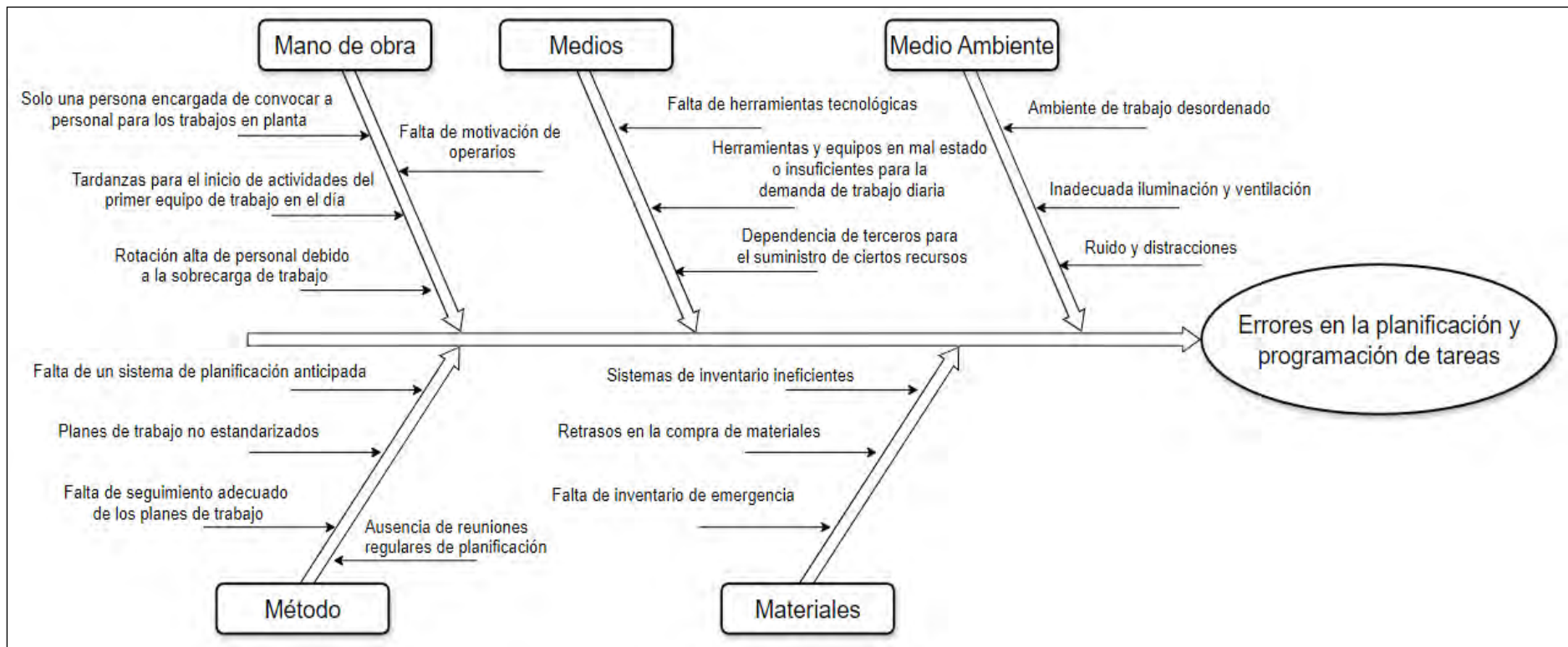


Figura 28: Diagrama Causa-Efecto Problema 2
Elaboración propia

En los diagramas de Causa-Efecto se han identificado las causas que contribuyen a los problemas, lo que permite una comprensión más profunda de los factores que afectan a estos. Para priorizar adecuadamente las acciones correctivas, se empleará una matriz PI (Probabilidad e Impacto), que evaluará tanto la probabilidad de ocurrencia de cada causa como su impacto en el proceso.

Clasificando las causas según estos criterios, se pueden identificar aquellas con mayor potencial para generar problemas graves o críticos en las operaciones diarias. Estas causas serán priorizadas, lo que permitirá continuar evaluando hasta identificar las causas raíz más significativas, las cuales requerirán una atención especial en la implementación de acciones correctivas.

Se realizó una escala de valores para la probabilidad de ocurrencia y el impacto en costos, estas se pueden observar en la Tabla 11 y en la Tabla 12:

Tabla 11: Probabilidad de ocurrencia

| Probabilidad de ocurrencia | | |
|----------------------------|---------|---|
| Raro | 0-20% | 1 |
| Poco probable | 21-40% | 2 |
| Probable | 41-60% | 3 |
| Muy probable | 61-80% | 4 |
| Casi seguro | 81-100% | 5 |

Elaboración Propia

Tabla 12: Impacto en costos

| Impacto en costos | | |
|-------------------|---------|---|
| Insignificante | 0-20% | 1 |
| Menor | 21-40% | 2 |
| Moderado | 41-60% | 3 |
| Mayor | 61-80% | 4 |
| Extremo | 81-100% | 5 |

Elaboración Propia

Posteriormente se realizó la matriz PI (Ver Anexo 5) y se identificaron 2 causas de escala de riesgo crítica y 4 causas de escala severo, los cuales se presentan a continuación en la Tabla 13.

Tabla 13: Causas de mayor impacto económico

| CAUSA | PUNTAJE |
|--|---------|
| Falta de capacitación adecuada sobre cómo especificar los requisitos de compra | 20 |
| Desorden en los espacios de trabajo | 12 |
| Demoras en la entrega de herramientas, materiales y EPP's | 16 |
| Retrasos en la compra de materiales | 20 |
| Falta de un sistema de planificación anticipada | 16 |
| Planes de trabajo no estandarizados | 16 |

Elaboración Propia

3.3.5. Identificación de causas raíz y Contramedidas

Una vez identificadas las causas principales mediante un análisis exhaustivo y herramientas de ponderación, se procederá a revelar las causas raíz de estos factores seleccionados. Para ello, se aplicará la técnica de los “5 porqués” (5W), que permitirá profundizar en el origen de los problemas y obtener una comprensión más clara y precisa. (Ver Tabla 14)

Tabla 14: Técnica “5W”

| Caso | Por qué 1 | Por qué 2 | Por qué 3 | Por qué 4 | Por qué 5 | Causa Fundamental |
|---|--|---|---|--|--|---|
| Falta de capacitación sobre requisitos de compra | Los empleados no reciben entrenamiento formal. | No hay un programa establecido de formación continua. | La organización no destina recursos suficientes a capacitación. | No se considera como una prioridad estratégica. | No se han analizado las consecuencias de la falta de capacitación. | Porque no se detallan bien las características de los materiales, herramientas y EEP's (medida exacta, unidades, tipo de material) |
| Desorden en los espacios de trabajo | Los materiales y herramientas no están organizados adecuadamente. | No hay un sistema claro de almacenamiento. | No se han definido procedimientos ni responsables para el orden. | No se ha dado prioridad a la organización del espacio de trabajo. | No se mide el impacto del desorden en los tiempos de trabajo. | Porque no se han definido procedimientos ni responsables para el orden de los requerimientos en planta. |
| Demoras en la entrega de herramientas, materiales y EPP | No se cuenta con un inventario suficiente o actualizado. | No se realizan revisiones periódicas del stock. | No hay personal asignado exclusivamente al control de inventarios. | No se ha presupuestado adecuadamente para este recurso. | No se consideran las demoras como un problema crítico. | planificación del Lead Time, ni acuerdos claros con los proveedores sobre tiempos de entrega. |
| Retrasos en la compra de materiales | Las adquisiciones no se planean con anticipación. | No existe un cronograma detallado de compras. | No hay comunicación eficiente entre las áreas que realizan los pedidos. | No hay un sistema centralizado para gestionar las solicitudes de compra. | No se han priorizado las herramientas digitales para compras. | Porque no se utiliza un sistema estructurado de planificación de recursos |
| Falta de un sistema de planificación anticipada | Las actividades se programan de manera reactiva. | No se cuenta con un sistema de gestión de proyectos. | No se ha destinado presupuesto para adquirir e implementar uno. | No se han evaluado los costos de la falta de planificación. | No se lleva un registro detallado de los retrasos y sus impactos. | Porque no se emplean herramientas de programación (como diagramas de Gantt o software de ERP) para prever las necesidades futuras de materiales, herramientas y personal. |
| Planes de trabajo no estandarizados | Cada área o supervisor utiliza métodos diferentes para planificar. | No se han establecido procedimientos uniformes. | No se cuenta con una guía operativa centralizada. | No se ha desarrollado una política de estandarización. | No se han identificado las ineficiencias de los métodos actuales. | Porque no se han implementado metodologías para estandarizar, documentar y supervisar las actividades planificadas |

Elaboración Propia

Una vez identificada la causa raíz, es fundamental implementar medidas que resuelvan el problema, previniendo la repetición de errores y generando propuestas efectivas de mejora. Para ello, se presentará una lista de contramedidas basadas en modelos de ingeniería industrial, diseñadas para abordar cada problema identificado (Ver Tabla 15):

Tabla 15: Contramedidas para cada causa raíz

| CAUSA RAIZ FUNDAMENTAL | CONTRAMEDIDA |
|---|---|
| Porque no se detallan bien las características de los materiales, herramientas y EEP's (medida exacta, unidades, tipo de material) | Implementar una lista de especificaciones estándar (hoja de datos técnicos) para cada material, herramienta o EEP utilizando un sistema MRP para centralizar la información y evitar errores en los pedidos. |
| Porque no se han definido procedimientos ni responsables para el orden de los requerimientos en planta. | Aplicar la metodología 5S para organizar y mantener el orden en el almacén de materiales y herramientas, asignando responsables claros y capacitando al personal para cumplir con procedimientos definidos. |
| Porque no existe una correcta planificación del Lead Time, ni acuerdos claros con los proveedores sobre tiempos de entrega. | Utilizar el modelo Justo a Tiempo (JIT) para gestionar entregas de proveedores y establecer contratos que incluyan tiempos de entrega específicos; además, implementar herramientas de seguimiento como Kanban. |
| Porque no se utiliza un sistema estructurado de planificación de recursos | Implementar un sistema MRP (Material Requirements Planning) para planificar las compras de materiales basándose en las demandas de producción y los inventarios disponibles, asegurando compras oportunas y optimizadas. |
| Porque no se emplean herramientas de programación (como diagramas de Gantt o software de ERP) para prever las necesidades futuras de materiales, herramientas y personal. | Adoptar sistemas de gestión de proyectos como diagramas de Gantt o PERT/CPM, integrados en un software ERP, para realizar una planificación anticipada de recursos y evitar imprevistos en la producción. |
| Porque no se han implementado metodologías para estandarizar, documentar y supervisar las actividades planificadas | Implementar Kaizen, involucrando el Círculo de Deming (PDCA) para crear, estandarizar y supervisar los planes de trabajo, documentando cada paso para asegurar que sean repetibles y medibles, fomentando la mejora continua. |

Elaboración Propia

Posteriormente, se desarrollará la Matriz FACTIS, una herramienta que permitirá seleccionar la contramedida más adecuada para la organización. Con base en esta selección, se definirán las herramientas específicas que se emplearán para encontrar la solución óptima, alineada con el modelo de la contramedida elegida.

Matriz FACTIS

En la etapa final del diagnóstico, se aplicará la matriz FACTIS para obtener un puntaje ponderado basado en criterios de selección predefinidos. Este proceso incluirá la priorización de los criterios en función de los problemas identificados, lo que permitirá adoptar un enfoque estratégico para cada opción planteada. Esto optimiza la precisión en la selección del problema específico a abordar. Los factores de ponderación definidos en la matriz se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16: Factores de Ponderación

| | Criterios de selección | Escalas | Factor de Ponderación |
|---|--|--|-----------------------|
| F | Facilidad para solucionarlo | 1 (Muy difícil) / 2 (Difícil)/ 3 (Fácil) | 6 |
| A | Afecta a otras áreas su implementación | 1 (Sí) / 2 (Algo)/ 3 (Nada) | 2 |
| C | Mejora la calidad | 1 (Poco) / 2 (Medio)/ 5 (Mucho) | 5 |
| T | Tiempo que implica solucionarlo | 1 (Largo) / 2 (Medio)/ 3 (Corto) | 4 |
| I | Requiere inversión | 1 (Alta) / 2 (Media)/ 3 (Poca) | 3 |
| S | Mejora la seguridad | 1 (Poco / 2 (Medio)/ 3 (Mucho) | 1 |

Elaboración Propia

Tras aplicar las ponderaciones a cada causa raíz, los resultados obtenidos en la Tabla 17 permiten identificar y priorizar los problemas más relevantes, los cuales se destacan en amarillo.

Tabla 17: Matriz FACTIS

| HERRAMIENTAS | 6 | 2 | 5 | 4 | 3 | 1 | Puntaje (ponderado) |
|---|----------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|---------------------|
| | F Facilidad para solucionarlo | A Afecta a otras áreas su implementación | C Mejoramiento de la calidad | T Tiempo que implica implementarlo | I Inversión requerida | S Nivel de seguridad en el servicio | |
| Implementar una lista de especificaciones estándar (hoja de datos técnicos) para cada material, herramienta o EEP utilizando un sistema MRP para centralizar la información y evitar errores en los pedidos. | 2 | 3 | 5 | 2 | 2 | 3 | 60 |
| Aplicar la metodología 5S para organizar y mantener el orden en el almacén de materiales y herramientas, asignando responsables claros y capacitando al personal para cumplir con procedimientos definidos. | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 53 |
| Utilizar el modelo Justo a Tiempo (JIT) para gestionar entregas de proveedores y establecer contratos que incluyan tiempos de entrega específicos; además, implementar herramientas de seguimiento como Kanban. | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 49 |
| Implementar un sistema MRP (Material Requirements Planning) para planificar las compras de materiales basándose en las demandas de producción y los inventarios disponibles, asegurando compras oportunas y optimizadas. | 2 | 3 | 5 | 2 | 2 | 3 | 60 |
| Adoptar sistemas de gestión de proyectos como diagramas de Gantt o PERT/CPM, integrados en un software ERP, para realizar una planificación anticipada de recursos y evitar imprevistos en la producción. | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 3 | 43 |
| Implementar Kaizen, involucrando el Círculo de Deming (PDCA) para crear, estandarizar y supervisar los planes de trabajo, documentando cada paso para asegurar que sean repetibles y medibles, fomentando la mejora continua. | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 53 |

Elaboración Propia

El análisis realizado mediante la Matriz FACTIS permitió priorizar las contramedidas más efectivas para optimizar los procesos en la empresa metalmecánica dedicada al mantenimiento de estructuras metálicas. Las acciones seleccionadas, en orden de implementación, incluyen la aplicación de la metodología 5S para mejorar el orden, la limpieza y la organización en el almacén de la empresa, la integración de iniciativas Kaizen para identificar y realizar mejoras

continuas en los procesos operativos, y la implementación de un sistema MRP-ERP para planificar de manera eficiente las compras y garantizar la disponibilidad oportuna de recursos, reduciendo los tiempos muertos y los reprocesos. Estas medidas abordan directamente las causas raíz de los problemas detectados, contribuyendo a una gestión más eficiente y sostenible, mientras se establecen las bases para la mejora continua.

El siguiente capítulo se enfocará en el desarrollo de la propuesta de mejora basada en las contramedidas priorizadas. Este proceso incluirá el diseño detallado de cada herramienta y metodología seleccionada, así como un plan estratégico de implementación adaptado a las necesidades específicas de la empresa.



CAPITULO 4. PROPUESTA DE MEJORA

En este capítulo se presenta la propuesta de mejora basada en la implementación de tres herramientas clave: la metodología 5S, las iniciativas de mejora continua a través de Kaizen y un sistema MRP-ERP. Estas herramientas están diseñadas para abordar los principales problemas detectados en la empresa, como tiempos muertos, reprocesos, desorden en el almacén y la falta de gestión eficiente de materiales, herramientas y equipos de protección personal.

El alcance de la propuesta incluye la organización del almacén y los espacios de trabajo, la identificación de oportunidades de mejora en los procesos operativos de mantenimiento de estructuras metálicas, y la planificación eficiente de los recursos necesarios para garantizar la disponibilidad oportuna de materiales. Los aspectos fundamentales para la implementación de estas herramientas son los siguientes:

- A. Capacitar y educar a todos los colaboradores involucrados en los procesos operativos sobre los principios de las herramientas seleccionadas (5S, Kaizen y MRP). Esto incluye proporcionar formación práctica y teórica para sensibilizar al equipo acerca de la importancia de la mejora continua y la gestión eficiente de recursos.
- B. Conformar equipos de trabajo con un enfoque multidisciplinario, integrados por representantes de áreas clave como almacén, operaciones y supervisión. Cada equipo contará con un líder encargado de coordinar la implementación de las herramientas, asegurar la participación activa de los colaboradores y garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos.
- C. Comunicar los objetivos específicos de cada herramienta en términos de los procesos de la empresa, asegurando que todos los colaboradores comprendan cómo contribuyen a mejorar aspectos clave como la organización, la eficiencia operativa y la disponibilidad de materiales. Esto garantizará que los equipos trabajen con un propósito común y alineado con los objetivos de la mejora.

4.1. Implementación de las 5S y Kaizen en el almacén de materiales, herramientas y EPPs

Para lograr la mejora continua en la gestión de materiales y la organización del almacén de planta, se implementará la metodología 5S como base del enfoque Kaizen. La aplicación de las 5S permitirá optimizar el uso del espacio, reducir el tiempo perdido en la búsqueda de herramientas y materiales, y establecer un entorno de trabajo más ordenado y eficiente. Esta iniciativa se desarrollará específicamente en el almacén, dada su importancia en el flujo de trabajo de los procesos operativos de mantenimiento de estructuras metálicas.

El enfoque Kaizen se integrará a esta metodología, fomentando la participación de los colaboradores a través de la formación de equipos de mejora continua. Estos equipos trabajarán en la identificación de problemas recurrentes, el análisis de sus causas raíz y la implementación de soluciones simples y sostenibles. Para garantizar la efectividad de estas herramientas, se considerarán los siguientes pasos:

- a) Asignar un equipo líder: Formar un grupo encargado de coordinar y supervisar la ejecución de las 5S y las iniciativas de mejora en el almacén.
- b) Formación y sensibilización: Capacitar al personal involucrado, promoviendo el conocimiento sobre la metodología 5S y los principios del enfoque Kaizen, a fin de generar compromiso con la mejora continua.
- c) Desarrollo de las 5S: Implementar las etapas de la metodología, desde la eliminación de elementos innecesarios hasta el establecimiento de estándares que aseguren un entorno organizado y funcional.
- d) Evaluaciones periódicas: Llevar a cabo inspecciones internas para verificar que las mejoras se mantengan y que los colaboradores sigan las nuevas directrices establecidas.
- e) Corrección de desviaciones: Diseñar estrategias para abordar problemas detectados durante las revisiones, evitando que vuelvan a ocurrir y fortaleciendo los procesos.
- f) Monitoreo y consolidación: Realizar un seguimiento continuo para garantizar que los avances se sostengan con el tiempo, reforzando los resultados obtenidos.

4.1.1. Situación actual de la Empresa respecto a las 5S y Kaizen

De acuerdo con el diagnóstico realizado en el Capítulo 3, el almacén de materiales, herramientas y equipos de protección personal (EPPs) ha sido identificado como el área crítica para la

implementación de la metodología 5S. Este espacio presenta problemas significativos relacionados con el desorden, la acumulación de materiales innecesarios, la falta de un sistema de organización y estandarización, y el acceso ineficiente a los recursos, lo cual impacta negativamente en los tiempos de respuesta y la productividad operativa.

Como parte del análisis de la situación actual, se realizó un diagnóstico detallado del área crítica:

- 1) Desorden en las zonas de almacenamiento: Los materiales y herramientas no cuentan con una clasificación adecuada, lo que genera pérdida de tiempo al buscarlos y dificulta su identificación inmediata.
- 2) Espacios de circulación obstruidos: Los pasillos se encuentran parcialmente ocupados por objetos innecesarios o mal ubicados, limitando la movilidad y aumentando el riesgo de accidentes.
- 3) Falta de señalización y estandarización: No existen sistemas visuales que permitan identificar fácilmente la ubicación de los materiales y herramientas, lo que dificulta su uso eficiente.
- 4) Condiciones de limpieza insuficientes: La acumulación de polvo, residuos y materiales obsoletos contribuye a un entorno de trabajo desorganizado y poco seguro.

A continuación, en la Figura 29, se muestran imágenes del almacén ubicado en la planta ubicada en la empresa donde se realizan los trabajos de mantenimiento de estructuras metálicas. Estas evidencian las condiciones actuales de desorden y acumulación de elementos.

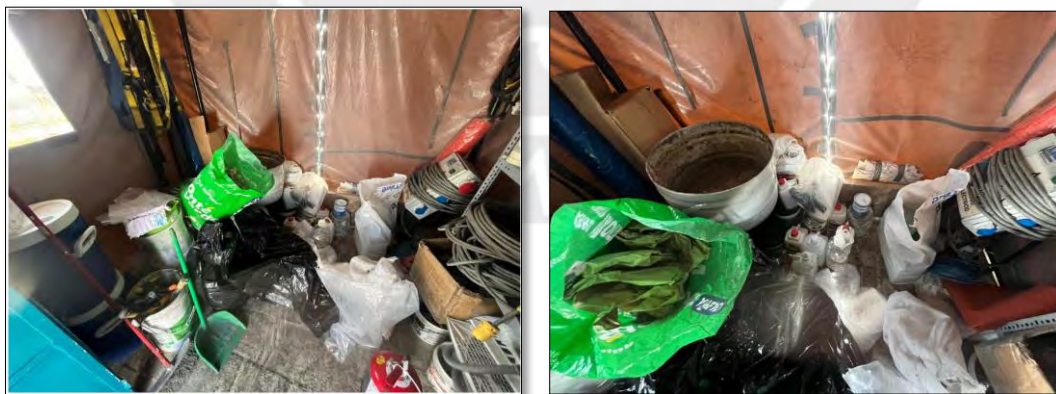


Figura 29: Condición actual del almacén en planta
Fuente: La Empresa

Las imágenes evidencian el estado desordenado del almacén de materiales, herramientas y EPPs. En el espacio se observa una acumulación significativa de diversos elementos, incluyendo pinturas, herramientas, materiales eléctricos, equipos de protección personal (EPPs)

y bolsas con contenido no identificado, dispuestos sin un orden definido. Los recipientes, cables y objetos están colocados de manera improvisada, ocupando tanto las superficies como los pasillos de circulación. Esta disposición dificulta el acceso rápido y eficiente a los recursos, incrementa los tiempos de búsqueda y genera un entorno de trabajo poco funcional. Estas condiciones reflejan la urgencia de implementar una estrategia de organización, limpieza y clasificación mediante la metodología 5S para optimizar el uso del espacio y mejorar la productividad.

4.1.2. Planificación

La planificación es una etapa fundamental para asegurar el éxito en la implementación de la metodología 5S en el almacén de materiales, herramientas y EPPs de la planta. Este proceso permite estructurar las actividades, asignar responsabilidades y determinar los recursos necesarios, promoviendo un enfoque ordenado y eficiente que garantice resultados sostenibles en el tiempo. Además, se integra el enfoque Kaizen como complemento a las 5S, fomentando la mejora continua y la participación activa del personal en la optimización de los procesos. A continuación, se detalla en la Tabla 18 el cronograma para la ejecución del programa 5S y la implementación del enfoque Kaizen en puntos clave del proceso.

Tabla 18: Cronograma de ejecución 5s y Kaizen

| N° | Actividad | Duración | Mes 1 | | | | Mes 2 | | | | Mes 3 | | | | Mes 4 | | | | Mes 5 | | | | Mes 6 | | | |
|----|---------------------------------|---------------|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|
| | | | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| 1 | Organización del equipo 5S | 1 sem | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Capacitación en metodología 5S | 1 sem | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Planificación de actividades | 1 sem | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Adquisición de materiales | 2 sem | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Seiri - Clasificación | 1 sem | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Seiton - Orden | 1 sem | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Seiso - Limpieza | 1 sem | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Seiketsu - Estandarización | 2 sem | | | | | | | | | ■ | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| 9 | Kaizen - Mejora Continua | 2 sem | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Shitsuke - Disciplina | 2 sem | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Auditorías internas 5S | 1 día por mes | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | ■ | | | |
| 12 | Kaizen aplicado tras auditorías | 1 día por mes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| 13 | Reuniones de seguimiento | 1 día por mes | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |

Elaboración Propia

A continuación, se presenta la aplicación de las 5S en el almacén de la Empresa.

1) Formar un equipo responsable: Para garantizar la correcta implementación de la metodología 5S y el enfoque Kaizen en el almacén de materiales, herramientas y EPPs, se conformará un equipo responsable integrado por el Jefe de Operaciones como coordinador general, los Supervisores de Proyectos Mecánicos y Eléctricos para liderar la ejecución directa, el Asistente de SSOMA para asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad, y el Auxiliar de Compras para gestionar los recursos necesarios. Este equipo se encargará de planificar, coordinar y supervisar las actividades, asegurando el cumplimiento del cronograma y la disponibilidad de materiales. Al menos dos integrantes deberán contar con formación universitaria en Ingeniería Industrial, Mecánica o afines, y experiencia en gestión operativa, mientras que otros dos deberán poseer formación técnica relacionada. Además, todo el equipo recibirá capacitación en 5S y Kaizen para garantizar una implementación eficiente y sostenible. En la Figura 30 se presenta el organigrama del equipo responsable de la implementación de la metodología 5S y Kaizen.

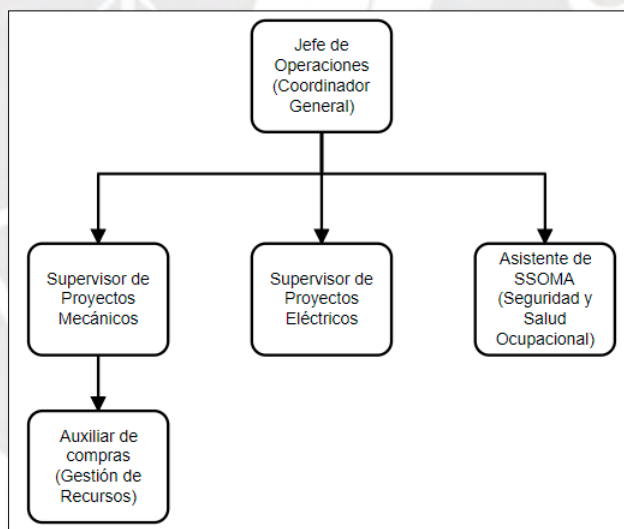


Figura 30: Organigrama equipo responsable 5s y Kaizen
Elaboración Propia

2) Capacitación al equipo sobre la metodología 5s: Como parte fundamental del plan de mejora, el equipo responsable de la implementación de las 5S recibirá una capacitación integral diseñada para garantizar una aplicación eficiente y sostenible de la metodología en el almacén de materiales, herramientas y EPPs, conforme al cronograma establecido.

Esta capacitación tendrá los siguientes objetivos:

- Introducir los conceptos fundamentales de la metodología 5S, destacando sus características, funciones y beneficios para optimizar la organización y mejorar las condiciones laborales.
- Motivar al equipo responsable para asumir un compromiso activo en la ejecución de las 5S, fomentando una cultura de mejora continua y seguridad en el trabajo.

La formación, con una duración de una semana según el cronograma, será impartida a través de sesiones teórico-prácticas por un especialista en metodologías de mejora continua. Estas sesiones estarán respaldadas por un manual operativo que incluirá la política 5S, las etapas de implementación y las acciones específicas requeridas en cada fase. El especialista, además de impartir la capacitación, realizará supervisiones periódicas para orientar y evaluar al equipo durante la ejecución del programa. Estas supervisiones tendrán lugar al inicio y a mediados de cada mes, conforme al cronograma, y estarán enfocadas en: Revisar el avance de las actividades según las etapas de las 5S. Identificar y resolver posibles dificultades en la implementación. Garantizar que las mejoras implementadas se alineen con los objetivos establecidos.

3) Preparación antes de la implementación de la metodología: Antes de iniciar la implementación de la metodología 5S, el equipo responsable debe asegurarse de contar con todos los materiales, herramientas y equipos necesarios para un desarrollo eficiente y exitoso del programa. En el caso del almacén de la planta se requerirán los siguientes elementos clave:

- Contenedores de clasificación: Contenedores y cajas plásticas para agrupar materiales, herramientas y EPPs según su utilidad, frecuencia de uso y tipo. Esto facilitará la etapa de clasificación (Seiri) y el orden (Seiton).
- Estanterías y organizadores: Se instalarán estanterías metálicas para optimizar el espacio y asignar ubicaciones específicas a los materiales más usados, como guantes, cascos, filtros y chalecos.
- Puntos de desecho: Se establecerán zonas estratégicas con recipientes diferenciados para la eliminación de desechos específicos, como papelería, plásticos, metales y otros residuos generados en el almacén.

- Herramientas de limpieza: Escobas, recogedores, trapos y detergentes para realizar la limpieza profunda (Seiso) del almacén. Esto incluye productos específicos para eliminar residuos derivados de pinturas, aceites y materiales metálicos acumulados.
- Señalización y etiquetas: Tarjetas de clasificación para identificar materiales y herramientas por su frecuencia de uso (alta, media, baja), así como etiquetas para designar zonas específicas del almacén, asegurando una correcta organización.
- Archivadores de documentos: Archivadores verticales o carpetas clasificadoras para ordenar planos y documentos técnicos relacionados con los trabajos de mantenimiento. Los planos más recientes se ubicarán en la parte superior, mientras que los desactualizados se separarán para ser desechados o archivados en otro espacio.
- Equipo de seguridad adicional: Chalecos, guantes y cascos necesarios para proteger a los operarios durante las actividades de clasificación, limpieza y organización.

Finalmente, según Dorbessan (2006), para asegurar una correcta implementación de la metodología 5S, es indispensable contar con formatos que permitan gestionar, documentar y evaluar las actividades realizadas. Entre los más relevantes destacan:

- Planificador de acciones 5S: Este formato facilita el registro de las actividades relacionadas con las 5S, organizándolas de manera sistemática para abordar y resolver los problemas identificados en el área. Su uso garantiza un seguimiento efectivo de las acciones, promoviendo una implementación estructurada y eficiente. En la Tabla 19 se presenta un ejemplo del formato utilizado.

Tabla 19: Planificador de acciones 5s

| Acciones de metodología 5S | | | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------|------------------|---------------|-------------|
| Problema | Acción correctiva | Núm. De "S" | Inicio de acción | Fin de acción | Responsable |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

- Documento de registro del “antes y después” de las acciones: Este formato permite comparar el estado inicial y final de los espacios intervenidos mediante fotografías,

destacando los resultados alcanzados tras la aplicación de la metodología 5S. Esta herramienta es clave para evidenciar las mejoras obtenidas y fortalecer el compromiso del equipo responsable. La Figura 31 muestra el diseño de este formato.

PLANILLA 2: COMIENZO Y FIN DE ACCION

| | | |
|---------------------|--------|--------------|
| Acción: | | Nro. de S: |
| Grupo: | Líder: | Responsable: |
| Colaboradores:..... | | |

Fotografía de antes de comenzar la acción; Fecha: .../.../....

Pegar fotografía

Fotografía de después de finalizar la acción; Fecha: .../.../....

Pegar fotografía

Figura 31: Plantilla Comienzo y Fin de Acción
Fuente: Dorbessan (2006)

4.1.3. Ejecución

La etapa siguiente corresponde a la Ejecución, donde se lleva a cabo la implementación de las cinco fases del programa. A continuación, se detalla el procedimiento para llevar a cabo cada una de estas etapas.

4.1.3.1. Primera S: Clasificación (Seiri)

La primera S, Clasificación (Seiri), tiene como propósito separar los materiales, herramientas y equipos de protección personal (EPPs) necesarios de los innecesarios dentro del almacén de la planta, asegurando que solo los elementos útiles y en buen estado permanezcan. Este proceso

optimiza el uso del espacio, facilita el acceso a los recursos esenciales para los trabajos de mantenimiento de estructuras metálicas y contribuye a la seguridad y eficiencia operativa.

Antes de ejecutar la etapa de clasificación, se llevaron a cabo las siguientes actividades preparatorias:

1. Formación del equipo responsable: El equipo liderado por el jefe de Operaciones y compuesto por supervisores, el asistente de SSOMA y el auxiliar de compras, recibió capacitación en la metodología 5S y Kaizen, asegurando un enfoque estructurado.
2. Preparación de materiales y herramientas: Se adquirieron contenedores, estanterías, herramientas de limpieza y tarjetas de clasificación, además de archivadores para los documentos técnicos (hojas MSDS, fichas técnicas de herramientas y materiales).
3. Estandarización de formatos: Se desarrollaron formatos específicos como el Planificador de Acciones 5S y el Registro de "Antes y Después" para documentar y evaluar la implementación.

En el almacén de planta, destinado al mantenimiento de estructuras metálicas, se resguardan herramientas, materiales y EPPs esenciales para las actividades de corte, soldadura y montaje. Estos elementos deben clasificarse según su tipo y frecuencia de uso para garantizar que solo permanezcan los indispensables, evitando el desorden y optimizando el espacio. En el Anexo 4 se detalla el inventario clasificado de herramientas y materiales en el almacén.

División del Almacén por Zonas

El almacén fue segmentado en las siguientes zonas para facilitar la clasificación:

- Zona de Herramientas: Contiene llaves, martillos, soldadoras, taladros, entre otros.
- Zona de Materiales: Incluye discos de desbaste, electrodos, pintura, cables, etc.
- Zona de EPPs: Casco, guantes, chalecos reflectantes, lentes de seguridad, entre otros.
- Zona de Documentos Técnicos: Archivadores con hojas MSDS, fichas técnicas y planos.

Cada zona fue asignada a un grupo del equipo responsable para su revisión y clasificación.

Clasificación Basada en Frecuencia de Uso

Para realizar una clasificación eficiente, se utilizó un enfoque basado en la frecuencia de uso, tomando como referencia el inventario clasificado de herramientas, materiales y EPPs del almacén (Anexo 4). Este inventario se segmentó en tres categorías principales:

Tabla 20: Tabla de frecuencias

| Frecuencia de uso | | |
|-------------------|--------------------|--------|
| Color | Descripción | Rango |
| | Alta Frecuencia | 66-100 |
| | Frecuencia Regular | 37-65 |
| | Baja Frecuencia | 01-36 |

El análisis de frecuencia de uso permitió una redistribución eficiente de los recursos, organizándolos de acuerdo con su utilidad en los procesos de mantenimiento. A continuación, en la Tabla 21, se presenta un extracto del inventario clasificado (ver inventario completo en el Anexo 6):

Tabla 21: Extracto del inventario clasificado

| Código | Nombre | Uso Estimado | Frecuencia de Uso | Acción | Zona Asignada |
|----------|-------------------------------------|--------------|--------------------|----------------------------|---|
| 40301001 | TIJERA CORTE METAL | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 60402001 | TIJERA CORTE | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 80501001 | GUANTES DE BADANA | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de EPPs |
| 40303002 | TARRAJA TUBO 3/4 | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40303001 | TARRAJA PARA TUBO 3/4 | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 80501002 | GUANTES DE NITRIL - LATEX | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de EPPs |
| 80501003 | GUANTES ANTICORTE | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de EPPs |
| 80501004 | GUANTES PU | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de EPPs |
| 80501005 | GUANTES DE CUERO | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de EPPs |
| 40128001 | SERRUCHO MANGO PLÁSTICO | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40123001 | SACABOCADOS PARA METAL | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40302001 | ROSCADORA FIERROS | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80502001 | BARBIQUEJOS | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80503001 | TAPONES AUDITIVOS | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80504001 | FILTROS 128-2 - P100 | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40122002 | RODILLOS UNIVERSALES 9" EPOXICO | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40122003 | RODILLO EXPOSITICO 6" | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40122004 | RODILLO EXPOSITICO 3" | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40122001 | RODILLO DELGADO 6" EPOXICO | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80505001 | LENTES ANTIEMPAÑANTES NEGROS | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80505002 | LENTES ANTIEMPAÑANTES TRANSPARENTES | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80506001 | LINTERNA PARA CASCO - TIPO MINERO | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de EPPs |
| 80507001 | BATAS NARANJAS NESTLE - TALLA M | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80507002 | BATAS NARANJAS NESTLE - TALLA L | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80507003 | BATAS NARANJAS NESTLE - TALLA XL | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80508001 | CHAVITOS CORTA VIENTOS NARANJAS | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40314004 | PRESA SARGENTA TIPO F | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |

Resultado de la Clasificación

- El análisis del inventario de 120 herramientas permitió identificar que 75 (62,5 %) son de uso frecuente, destacando llaves ajustables, martillos, soldadoras portátiles, taladros funcionales y amoladoras angulares, esenciales para las operaciones diarias. 30 herramientas (25 %) son de uso ocasional, como torquímetros, llaves Stilson y

extractores de engranajes, utilizadas en trabajos de mantenimiento. Finalmente, 15 herramientas (12,5 %) están en desuso, incluyendo taladros dañados y llaves desgastadas, las cuales se clasificaron para reparación o disposición final.

- De los 200 tipos de materiales registrados, 100 (50 %) son de uso frecuente, como discos de corte, electrodos, alambres de soldadura y cables eléctricos, indispensables para el mantenimiento de estructuras metálicas. 60 materiales (30 %) son de uso ocasional, como pinturas anticorrosivas, lubricantes y abrasivos de grano fino, empleados en tareas específicas. Por último, 40 materiales (20 %) están en desuso, entre ellos pinturas vencidas, abrasivos desgastados y tuberías oxidadas, que serán descartados o reutilizados según su estado.
- En cuanto a los 50 EPPs evaluados, 35 (70 %) son de uso frecuente, destacando cascos, guantes anticorte, lentes de seguridad y máscaras para soldadura, necesarios para la protección diaria. 15 (30 %) son de uso ocasional, incluyendo chalecos reflectantes adicionales, arneses y mascarillas, utilizados en trabajos específicos como tareas en altura o ambientes de pintura.

Aplicación de Tarjetas Rojas

Para los elementos innecesarios o en desuso, se empleó la estrategia de tarjetas rojas, un método que permite identificar y gestionar elementos que generan desperdicio en el espacio de trabajo. En la Figura 32 se muestra la estructura de la tarjeta.

The image shows two red 'Red Tag' forms. The left form is titled 'ETIQUETA ROJA' and contains the following sections: 'Información General' with fields for 'Fecha', 'Expediente', 'Nombre del Artículo', and 'Ubicación'; 'Categoría' with checkboxes for 'Equipos', 'Herramientas y Utensilios', 'Productos Terminados', 'Materiales de Consumo', 'Partes de las Máquinas', 'Máquinas y Herramientas', and 'Artículos de Repuesto'; and 'Razón para Etiqueta Roja' with checkboxes for 'No se requiere', 'Obsoleto', 'No se usa', and 'No disponible'. The right form is also titled 'ETIQUETA ROJA' and contains the following sections: 'Acción a Tomar' with checkboxes for 'Registrar', 'Usar', 'Llevar al Área de Almacenaje en Etiqueta Roja', and 'Destruir o Eliminar de Entorno'; 'Comentarios Adicionales' with a large text area; and a field for 'Número de Registro'.

Figura 32: Tarjetas Rojas

Proceso de implementación:

- Los elementos fueron etiquetados con una tarjeta roja, indicando la categoría (herramienta, material o EPP), la razón de su clasificación (innecesario, dañado, obsoleto) y la acción sugerida (reparar, vender, descartar).
- Estas tarjetas permanecieron visibles durante dos días en un área designada del almacén. En un plazo máximo de una semana, los responsables (jefes y supervisores) deberán decidir su destino: reparación, reutilización, reciclaje o descarte.

El seguimiento de cada tarjeta roja se delega a la persona que la identificó, asegurando la gestión efectiva de los elementos y evitando acumulaciones futuras que afecten la organización del almacén.

La Figura 33 muestra un ejemplo del formato utilizado para las tarjetas rojas, mientras que la Tabla 22 detalla algunos casos específicos:

| ETIQUETA ROJA | |
|--|------------------------------------|
| INFORMACIÓN GENERAL | |
| FECHA | 1/02/2025 |
| ETIQUETADO POR | |
| NOMBRE DEL ARTÍCULO | LLAVE INGLESA 12" |
| UBICACIÓN | ALMACÉN DE HERRAMIENTAS, ESTANTE 2 |
| CATEGORÍA | HERRAMIENTAS MANUALES |
| RAZÓN PARA ETIQUETA ROJA | |
| <input checked="" type="checkbox"/> EN DESUSO <input type="checkbox"/> DAÑADO <input type="checkbox"/> SE USA RARAMENTE <input type="checkbox"/> EXCESO DE STOCK | |
| ACCIÓN A TOMAR | |
| <input type="checkbox"/> REPARAR <input type="checkbox"/> MOVER AL ÁREA DE ALMACENAJE DE ETIQUETA ROJA <input checked="" type="checkbox"/> DESECHAR O VENDER COMO CHATARRA | |
| COMENTARIOS ADICIONALES | |
| La herramienta presenta óxido severo y no puede ajustarse correctamente. No es segura para el uso. | |

Figura 33: Etiqueta Roja de la Empresa
Fuente: Empresa

Tabla 22: Casos específicos para tarjeta roja

| Zona Asignada | Nombre | Razón de Clasificación | Acción Sugerida |
|---------------|--------------------------------|------------------------|-----------------|
| Herramientas | Taladro eléctrico inoperativo | Dañado | Reparar |
| Herramientas | Llaves ajustables desgastadas | Obsoleto | Reemplazar |
| Materiales | Pintura industrial vencida | Vencido | Desechar |
| Materiales | Tuberías oxidadas | Innecesario | Reciclar |
| Materiales | Discos de desbaste desgastados | Inservible | Retirar |
| EPPs | Chalecos reflectantes dañados | Defectuoso | Reemplazar |
| EPPs | Guantes anticorte desgastados | Dañado | Desechar |

4.1.3.2. Segunda S: Ordenar (Seiton)

La etapa de Ordenar (Seiton) se centra en establecer un sistema organizado para disponer los materiales, herramientas y EPPs en el almacén, garantizando un acceso rápido, eficiente y seguro. A partir de la clasificación realizada en la Primera S, esta fase busca optimizar el flujo de trabajo mediante la ubicación estratégica de los elementos según su frecuencia de uso y la incorporación de herramientas de organización como contenedores, estanterías y señalización visual.

Situación Actual del Almacén

En el diagnóstico realizado durante la primera S, se identificaron los siguientes problemas en el almacén:

- Distribución desordenada de herramientas y materiales: Ambos se almacenan en una única estructura sin ningún criterio definido, lo que dificulta su acceso y genera tiempos muertos en la búsqueda.
- Ausencia de una separación clara de zonas: Los EPPs, aunque están al frente en un solo estante, no tienen etiquetas ni señalización para su fácil identificación.
- Falta de sistemas de almacenamiento adecuados: El almacén utiliza pocos estantes y contenedores, lo que provoca apilamiento desordenado y pérdida de espacio útil.

- No se cuenta con un sistema de identificación visual: Los códigos existentes se manejan únicamente en un archivo Excel, lo que limita la eficiencia operativa.

El plano del almacén actual, basado en la información proporcionada, se presenta en la Figura 34:

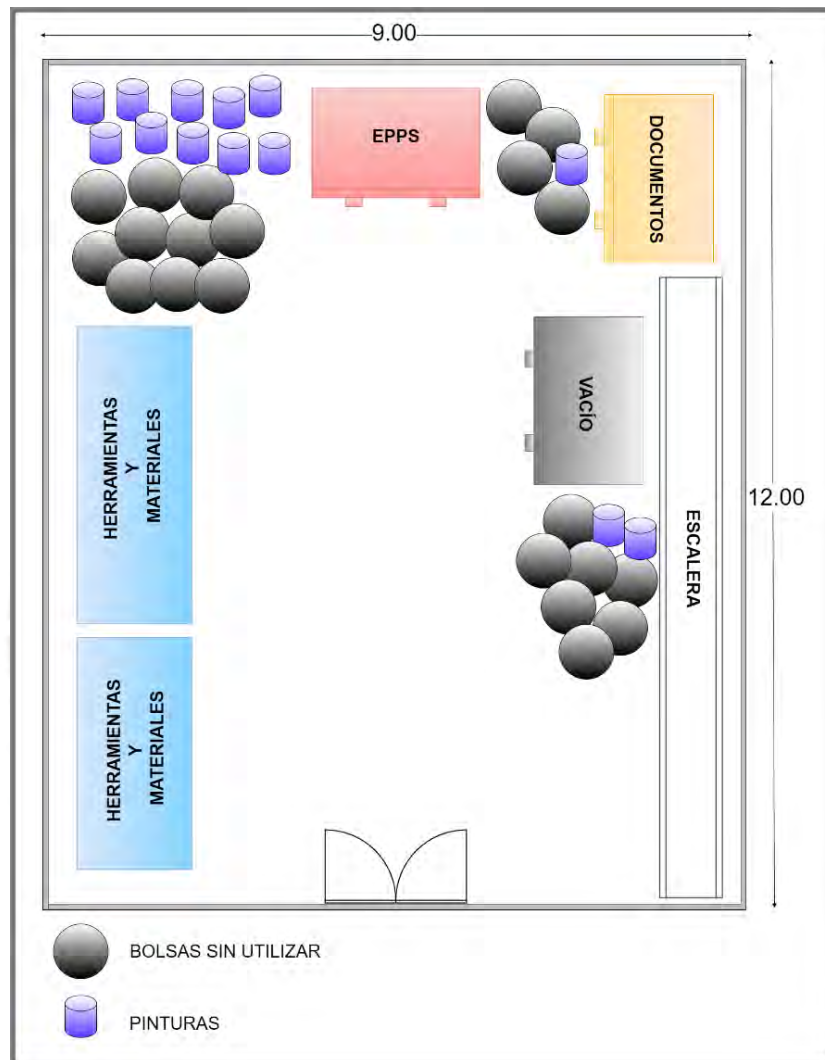


Figura 34: Plano del almacén actual
Elaboración Propia

Leyenda:

- Zona de Herramientas y Materiales: Única estructura sin separación clara, con herramientas y materiales apilados y desordenados.
- Zona de EPPS: Estante frente a la estructura principal, sin señalización ni división entre tipos de equipos de protección personal.

Propuesta de Mejora: Distribución Ordenada del Almacén

La propuesta consiste en reorganizar el almacén mediante:

- Separación de zonas: Herramientas, materiales y EPPs se ubicarán en zonas claramente definidas.
- Incorporación de sistemas de almacenamiento: Se agregarán contenedores, archivadores metálicos, estanterías adicionales y mesas de trabajo para un almacenamiento eficiente.
- Implementación de señalización visual: Se utilizarán etiquetas, colores y códigos visibles directamente en los estantes y contenedores para identificar elementos según su frecuencia de uso.
- Optimización del espacio disponible: Se reestructurará el almacén para aprovechar las dimensiones actuales y garantizar un flujo de trabajo eficiente.

En el nuevo diseño, el almacén contará con las siguientes características:

- Zona de Herramientas: Estanterías metálicas organizadas por niveles con divisiones para llaves, taladros, amoladoras, etc., identificadas con etiquetas de colores según frecuencia de uso (verde: frecuente, amarillo: ocasional, rojo: esporádico).
- Zona de Materiales: Contenedores logísticos plásticos para materiales pequeños (discos de corte, electrodos, etc.) y estantes para pinturas y cables, también etiquetados.
- Zona de EPPs: Archivadores metálicos para documentos técnicos (hojas MSDS y fichas técnicas) y estanterías para cascos, guantes y lentes, organizados en contenedores pequeños para fácil acceso.
- Área de trabajo y tránsito: Mesa con divisiones para preparación de materiales y reparación básica de herramientas, ubicada en el centro del almacén para facilitar el flujo de trabajo.

El plano del almacén mejorado se presenta en la Figura 35:

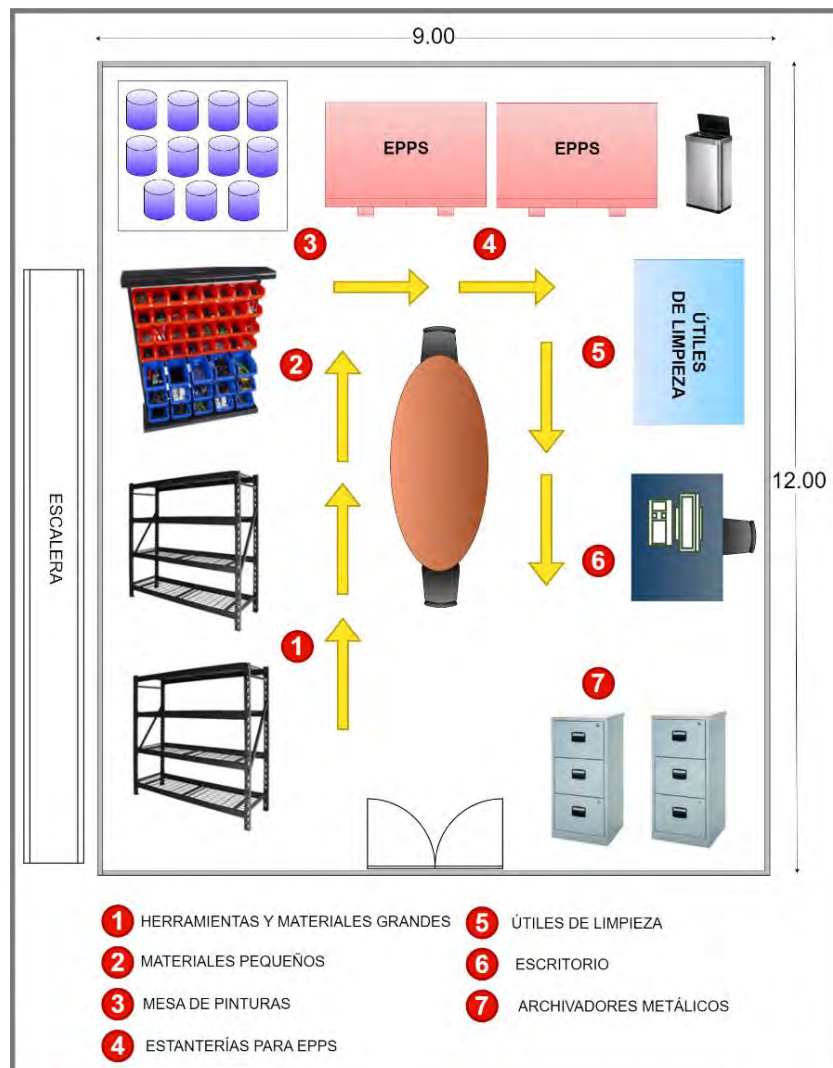


Figura 35: Plano del almacén mejorado
Elaboración Propia

Leyenda:

- Zona de Herramientas: Ubicada a la izquierda, con estantes metálicos y divisiones claras.
- Zona de Materiales: Contenedores plásticos apilados y estanterías al fondo del almacén.
- Zona de EPPs: Archivadores y estantes en el frente del almacén.
- Área de Trabajo: Mesa central multifuncional.

La redistribución del almacén se desarrolló bajo los principios de la metodología 5S, Seiton (Ordenar), la cual establece la ubicación de los elementos según su frecuencia de uso, facilidad de acceso y aporte al flujo operativo. En este sentido, el layout propuesto prioriza un flujo

continuo y lógico de abastecimiento desde el ingreso del almacén hacia las zonas de herramientas y materiales, seguido del área central de preparación y, finalmente, las zonas de EPPs y documentación, evitando cruces innecesarios y desplazamientos improductivos. Asimismo, se incorporaron criterios de gestión visual mediante la separación clara de zonas, el uso de señalización, colores y etiquetado, lo que facilita la identificación inmediata de los elementos y contribuye a la reducción de tiempos de búsqueda y errores operativos.

Para optimizar el orden y la eficiencia en el área de trabajo, se propone incorporar elementos que faciliten la organización de herramientas, materiales y documentos. La siguiente tabla presenta los principales implementos sugeridos y su función.

Tabla 23: Herramientas para organización

| Elemento | Imagen | Función |
|------------------------|--|--|
| Esteras Metálicas |  <p data-bbox="603 1211 903 1240">Figura 36. Estante metálico</p> <p data-bbox="523 1256 983 1285">Esteras Industrial metalico 4 repisas 1800Kg</p> <p data-bbox="667 1301 839 1330">Orange - Promart</p> | Almacenamiento de herramientas y materiales grandes, organizados por niveles y categorías. |
| Contenedores plásticos |  <p data-bbox="571 1653 935 1682">Figura 37. Contenedores plásticos</p> <p data-bbox="512 1697 994 1727">Stalwart 47 Bin Tool Organizer - Wall Mountable</p> <p data-bbox="523 1742 983 1771">Container for Garage Organization by Stalwart</p> <p data-bbox="592 1787 914 1816">(Red/Blue) & Reviews Wayfair</p> | Agrupación de materiales pequeños como piezas pequeñas, discos de corte, cables y electrodos, etiquetados por frecuencia de uso. |

| | | |
|-----------------------------------|--|---|
| <p>Archivadores Metálicos</p> |  <p>Figura 38. Archivadores metálicos</p> | <p>Organización de documentos técnicos como hojas MSDS y fichas técnicas.</p> |
| <p>Mesa de trabajo</p> |  <p>Figura 39. Mesa de trabajo</p> <p>Mesa De Acero Solo Hoy Cuotas sin interés</p> | <p>Espacio para preparación y reparación básica de herramientas.</p> |

4.1.3.3. Tercera S: Limpieza (Seiso)

La implementación de la tercera S, Limpieza (Seiso), tiene como objetivo garantizar que el almacén sea un espacio limpio, seguro y eficiente. Esto incluye la eliminación de suciedad, residuos y desorden, la creación de hábitos de limpieza continua y la asignación de responsabilidades claras para mantener la higiene del entorno de trabajo. Durante la inspección realizada en las primeras dos S, se identificaron las siguientes deficiencias:

- 1) Acumulación de residuos: Polvo metálico, restos de soldadura, pinturas derramadas y escombros en zonas críticas (bajo estanterías, esquinas y mesa de trabajo).
- 2) Falta de procedimientos de limpieza estandarizados: La limpieza se realiza de manera esporádica, sin un plan definido.
- 3) Herramientas y EPPs con suciedad: Las herramientas y equipos muestran acumulación de polvo y grasa debido al almacenamiento desorganizado.
- 4) Ausencia de responsables claros: No hay un sistema formal que asigne áreas o registre las actividades de limpieza.

El proceso de implementación de Seiso comprende las siguientes fases:

Fase 1. Limpieza General

La limpieza general corresponde a una intervención profunda en todas las áreas del almacén, con especial énfasis en las zonas críticas donde se ha detectado mayor acumulación de residuos. Esta fase inicial será ejecutada por el equipo de trabajo asignado, utilizando herramientas adecuadas como aspiradoras industriales, paños de microfibra, desengrasantes y equipos de protección. Además, se aprovechará esta instancia para identificar herramientas y materiales obsoletos que deberán ser retirados o reemplazados.

En la Tabla 24 se presenta el *checklist* de limpieza general, que detalla las tareas necesarias para llevar a cabo una limpieza profunda en las diferentes áreas del almacén.

Tabla 24: *Checklist* de limpieza general

| Tarea | Tiempo estimado | Responsable | Frecuencia | ✓/x |
|--|-----------------|----------------------------|------------|-----|
| Limpieza y desinfección de estanterías y superficies metálicas (pintarlas o barnizarlas si es necesario) | 1 hora | Operario Asignado | Semanal | |
| Retiro de residuos de soldadura, polvo metálico y virutas de corte | 1.5 horas | Operarios de Mantenimiento | Diario | |
| Limpieza y lubricación de herramientas y equipos (retirar y reemplazar si están obsoletos) | 2 horas | Operario Asignado | Quincenal | |
| Revisión y limpieza de EPPs (cascos, guantes, lentes de seguridad) | 1 hora | Asistente SSOMA | Semanal | |
| Desinfección de áreas comunes y zonas de descanso | 45 minutos | Operario Asignado | Diario | |
| Retiro y clasificación de bolsas o empaques en desuso | 30 minutos | Operario Asignado | Semanal | |
| Limpieza en alrededores del almacén y puntos de acceso | 1 hora | Operario Asignado | Semanal | |
| Retiro de pinturas, materiales vencidos o deteriorados | 1 hora | Operario Asignado | Mensual | |
| Limpieza de pisos y pasillos (uso de aspiradora industrial o escoba metálica) | 45 minutos | Operario Asignado | Diario | |
| Revisión de sistemas de ventilación y limpieza de filtros | 1.5 horas | Operario Asignado | Mensual | |
| Organización y limpieza de la estación de herramientas | 1 hora | Operario Asignado | Diario | |

Fase 2. Identificación de fuentes de suciedad

La segunda fase se centrará en la identificación y eliminación de las fuentes de suciedad que generan desorden y acumulación de residuos. Cada miembro del equipo será responsable de inspeccionar su área asignada para detectar las causas de la suciedad, tales como herramientas defectuosas, almacenamiento inadecuado o prácticas operativas deficientes.

La Tabla 25 muestra la identificación de las principales fuentes de suciedad en las distintas zonas del almacén, junto con las acciones correctivas propuestas para eliminar o mitigar estas fuentes.

Tabla 25: Fuentes de suciedad en el Almacén

| Zona | Fuente de suciedad identificada | Acción Correctiva | Frecuencia |
|---------------------------------------|---|---|---------------------|
| Herramientas y Materiales Grandes (1) | Polvo metálico y virutas de corte | Limpieza diaria con aspiradoras industriales. | Diario |
| Materiales Pequeños (2) | Desorden y polvo en contenedores abiertos | Uso de contenedores cerrados y limpieza de estanterías. | Semanal |
| Mesa de Pinturas (3) | Derrames de pintura y residuos químicos | Bandejas de contención y limpieza inmediata tras uso. | Después de cada uso |
| Estanterías para EPPs (4) | Polvo acumulado en cascos, guantes y chalecos | Revisión y limpieza semanal de los EPPs. | Semanal |
| Útiles de Limpieza (5) | Goteo y suciedad por mal almacenamiento | Establecer soportes adecuados y drenaje de utensilios. | Diario |
| Escritorio (6) | Acumulación de polvo y residuos de papel | Limpieza diaria del escritorio y alrededores. | Diario |
| Archivadores Metálicos (7) | Polvo en la base de los archivadores | Limpieza quincenal y desinfección mensual. | Quincenal/mensual |

Fase 3. Limpieza diaria

La tercera fase establece la limpieza diaria como una rutina obligatoria al inicio y final de cada jornada laboral. Cada operario será responsable de la limpieza de su puesto de trabajo, garantizando que las herramientas y equipos estén en condiciones óptimas para su uso. Se definirán estaciones de limpieza con herramientas específicas, como trapos, aspiradoras portátiles y productos desinfectantes.

La Tabla 26 detalla la distribución de responsabilidades para la limpieza diaria en el almacén. Esta tabla especifica las tareas asignadas a cada responsable, el tiempo estimado para su ejecución y la frecuencia con la que deben llevarse a cabo.

Tabla 26: Distribución de responsabilidades para limpieza diaria

| Zona | Tarea Asignada | Responsable | Tiempo estimado | Frecuencia |
|---------------------------------------|--|----------------------|-----------------|------------|
| Herramientas y Materiales Grandes (1) | Limpieza de herramientas y aspirado del área. | Operario Asignado | 30 min | Diario |
| Materiales Pequeños (2) | Revisión, organización y eliminación de polvo superficial. | Operario Asignado | 20 min | Diario |
| Mesa de Pinturas (3) | Inspección de derrames y limpieza de residuos químicos. | Operario Asignado | 15 min | Diario |
| Estanterías para EPPs (4) | Limpieza superficial de cascos, guantes y revisión de estado. | Asistente SSOMA | 25 min | Diario |
| Útiles de Limpieza (5) | Verificación del almacenamiento adecuado y limpieza de utensilios. | Operario Asignado | 20 min | Diario |
| Escritorio (6) | Limpieza del área administrativa y organización de documentos. | Encargado de Almacén | 15 min | Diario |
| Archivadores Metálicos (7) | Limpieza de la base de archivadores y desinfección periódica. | Encargado de Almacén | 30 min | Diario |

Además, se implementará un sistema de tarjetas de conformidad para verificar que cada área ha sido limpiada y organizada adecuadamente al final del día. (Ver Figura 40)

| | |
|----------------------------------|--|
| Fecha: _____ | ACTIVIDADES: <input type="checkbox"/> Herramientas limpias y organizadas <input type="checkbox"/> Retiro de residuos metálicos y polvo <input type="checkbox"/> EPPs limpios y en buen estado <input type="checkbox"/> Estanterías y superficies sin suciedad <input type="checkbox"/> Materiales correctamente almacenados <input type="checkbox"/> Piso limpio y despejado <input type="checkbox"/> Retiro de materiales vencidos (si corresponde) <input type="checkbox"/> Otro: _____ |
| Hora: _____ | |
| Turno: _____ | |
| Área: <u>Almacén/Operaciones</u> | |
| Puesto de trabajo: _____ | |
| Notas: _____ | |
| _____ | |

Figura 40: Tarjeta de conformidad
Elaboración Propia

Adicionalmente, para garantizar el cumplimiento de las tareas de limpieza y mantener un control efectivo, se implementará un formato de registro de limpieza. Este documento permitirá a los responsables detallar las actividades realizadas en cada área del almacén, incluyendo la fecha, la tarea específica, el responsable asignado y cualquier observación relevante. De esta manera, se asegura la trazabilidad de las actividades y se promueve la mejora continua en el mantenimiento del orden y la limpieza. A continuación, en la Tabla 27, se presenta el diseño del formato:

Tabla 27: Formato de registro de limpieza

| Formato de conformidad de limpieza | | | | |
|------------------------------------|------|------|----------------------|-------|
| Fecha | Hora | Área | Nombre del Encargado | Firma |
| | | | | |
| | | | | |

Es importante destacar que, salvo en casos de incumplimientos reiterados, no se deben aplicar sanciones ni llamados de atención, ya que esto podría generar una percepción negativa hacia la metodología, dificultando su aceptación por parte del personal. En su lugar, se debe trabajar de manera colaborativa con los operarios, recordándoles constantemente los beneficios de mantener un ambiente limpio y ordenado, lo cual contribuye directamente a mejorar las condiciones laborales y la eficiencia operativa.

Es importante señalar que en la presente etapa no se limita únicamente a actividades de aseo, sino que constituye la base del mantenimiento autónomo, ya que permite a los operarios identificar de manera temprana anomalías como fugas, desgaste de herramientas, acumulación excesiva de residuos o condiciones inseguras. Durante las actividades de limpieza general y

limpieza diaria, el personal inspecciona visualmente las herramientas, equipos y áreas asignadas, reportando cualquier desviación para su corrección o mantenimiento correspondiente. De esta manera, la implementación de *Seiso* contribuye a prevenir fallas, mejorar la seguridad y fortalecer la cultura de cuidado de los recursos.

4.1.3.4. Cuarta S: Estandarización (Seiketsu)

La finalidad de esta etapa es mantener y consolidar los logros alcanzados en las tres primeras etapas de la metodología 5S (Clasificación, Orden y Limpieza). Esto asegura que los resultados obtenidos se mantengan en el tiempo y que las áreas de trabajo se conserven en condiciones óptimas. Además, la estandarización busca fortalecer el compromiso del personal mediante la creación de procedimientos claros, registros de actividades y herramientas visuales que simplifiquen la aplicación diaria de las prácticas implementadas.

Para que esta etapa se implemente de manera adecuada, se deben considerar las siguientes acciones:

- 1) **Uso del formato “comienzo-fin de acción”:** El formato "comienzo-fin de acción" se usará para comparar el estado inicial y el estado final del almacén tras la implementación de la metodología 5S. Este formato incluye fotografías que evidencian los cambios logrados en cada área, resaltando mejoras como la organización, la reducción de residuos y el acceso más eficiente a herramientas y materiales. Su uso permitirá presentar estos resultados a supervisores y operarios, reforzando el impacto positivo de las 5S y fomentando el compromiso del personal para mantener los estándares alcanzados.
- 2) **Identificación visual mediante colores:** Se implementará un sistema de identificación por colores para las herramientas, materiales y EPPs, lo que permitirá mantener el control de los elementos más y menos utilizados en cada área del almacén. Este sistema simplifica la reposición, el orden y la limpieza, asegurando que todo se encuentre en su lugar designado. El sistema de colores se aplicará mediante etiquetas visibles en estanterías, contenedores y archivadores, garantizando que el personal pueda identificar rápidamente la ubicación y la prioridad de uso de los elementos.
- 3) **Supervisión y monitoreo:** Se realizarán inspecciones diarias, semanales y mensuales para verificar que se cumplan los estándares establecidos. Estas inspecciones estarán

documentadas en listas de verificación y registros específicos, garantizando la continuidad de las buenas prácticas en el almacén.

Asimismo, la etapa de estandarización incorpora criterios de seguridad y salud en el trabajo, alineándose con los principios de prevención de riesgos propios de una empresa metalmecánica. Los estándares definidos incluyen la correcta señalización de áreas, delimitación de zonas de tránsito, almacenamiento seguro de materiales y la obligatoriedad del uso de EPPs según el tipo de actividad. Estos lineamientos serán reforzados mediante señalización visual, formatos de control y supervisiones periódicas, contribuyendo a la reducción de riesgos, accidentes y condiciones inseguras dentro del almacén.

- 4) **Capacitación del personal:** Se organizarán sesiones de capacitación periódicas para fortalecer el conocimiento y la aplicación de la metodología 5S. Estas sesiones estarán enfocadas en la importancia de la estandarización, el uso correcto de etiquetas y señalización, y los beneficios de mantener las prácticas alcanzadas.

Integración de Kaizen (Mejora Continua)

La metodología Kaizen será implementada de manera gradual, aprovechando la organización y los estándares establecidos con las 5S como base sólida. Este enfoque permitirá identificar mejoras incrementales en las operaciones del almacén y en el desempeño general de la empresa.

Acciones específicas para la integración de Kaizen:

1. Identificación de problemas recurrentes:
 - Análisis de los registros de limpieza y orden para detectar áreas con incumplimientos frecuentes o con oportunidades de mejora.
 - Realización de reuniones semanales con el equipo 5S para identificar posibles ajustes en los estándares actuales.
2. Participación activa del personal:
 - Fomentar que los operarios propongan mejoras prácticas en la disposición, uso o mantenimiento de herramientas, materiales y EPPs.
 - Implementar un buzón de sugerencias Kaizen, donde los colaboradores puedan aportar ideas de mejora continua.
3. Evaluación y ejecución de mejoras:
 - Clasificar las propuestas de mejora según su impacto y viabilidad.
 - Priorizar las acciones de alto impacto y bajo costo para su implementación inmediata.

4. Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar):

- Se aplicará el enfoque PDCA para garantizar que cada mejora implementada sea evaluada y ajustada según los resultados obtenidos. (Ver Tabla 28)

Tabla 28: Ciclo PDCA

| Fase | Descripción |
|------------|---|
| Planificar | Identificar áreas de mejora y definir acciones específicas. |
| Hacer | Ejecutar las mejoras propuestas. |
| Verificar | Evaluar el impacto de las mejoras mediante indicadores de desempeño. |
| Actuar | Ajustar los procesos o estandarizar las mejoras efectivas en el sistema de trabajo. |

Para evaluar la efectividad de la integración de Kaizen dentro del sistema 5S, es fundamental establecer indicadores de desempeño que permitan medir los resultados alcanzados. A continuación, se presentan los indicadores clave que se utilizarán para monitorear el avance de Kaizen en la Empresa. (Ver Tabla 29)

Tabla 29: Indicadores de desempeño integración Kaizen con 5s

| Indicador | Meta | Frecuencia de evaluación |
|--|---|--------------------------|
| Cantidad de propuestas de mejora | Al menos 5 ideas relevantes por mes. | Mensual |
| Porcentaje de propuestas implementadas | Implementar al menos el 80 %. | Mensual |
| Reducción de tiempos muertos | Disminuir en un 30 % respecto al inicio. | Trimestral |
| Incremento en la satisfacción del personal | Mejorar en un 20 % la percepción del ambiente de trabajo. | Trimestral |

El monitoreo de estos indicadores permitirá mantener un control constante sobre el progreso de las mejoras y garantizar que las acciones implementadas contribuyan a la eficiencia operativa y al compromiso del personal.

4.1.3.5. Quinta S: Disciplina (Shitsuke)

La quinta etapa de la metodología 5S, Disciplina (Shitsuke), se enfoca en consolidar la práctica constante de las 5S como un hábito diario en el almacén, promoviendo la sostenibilidad de los estándares alcanzados. Es una de las etapas más complejas, ya que requiere que todos los colaboradores se involucren de manera activa en el cumplimiento de las normas establecidas y

adopten una cultura de mejora continua. Para lograrlo, se implementarán auditorías internas y estrategias de comunicación, además de reforzar el compromiso del personal con la metodología.

El proceso de implementación de la disciplina se desarrollará de la siguiente manera:

Programación de auditorías internas

Se establecerá un programa de auditorías internas con un enfoque formativo para verificar el cumplimiento de los estándares de las 5S. Estas auditorías tendrán una frecuencia mensual durante los primeros seis meses, aumentando gradualmente su exigencia a medida que se consolida la metodología. (Ver Figura 41)

| Empresa : | | Auditoria 5s | | Auditor : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|---|--------------------------|---|---|---|----------|------|------|--|--|------|--|--|------|--|--|------|--|--|------|--|--|-------|--|--|
| Area: | | | | Dia : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sistema de puntuación 0 Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado 1 Insuficiente - El grado de cumplimiento es menor del 40% 2 Bien - El grado de cumplimiento es mayor del 40% y menor del 90% 3 Excelente - El grado de cumplimiento es mayor del 90% | | | | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Objetivo</th> <th>Real</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> | | | Objetivo | Real | 1ª s | | | 2ª s | | | 3ª s | | | 4ª s | | | 5ª s | | | Total | | |
| | Objetivo | Real | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1ª s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2ª s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3ª s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4ª s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5ª s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio <i>No es más limpio el que más limpia sino el que menos ensucia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1ª s Separar y eliminar innecesarios | 1 | Existen objetos sin uso | 0 | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Se cuenta con solo lo necesario para trabajar | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | Se cuenta con documentos actualizados | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Total | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2ª s Situar e identificar necesarios | 1 | Los objetos sin uso están en almacén | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Lo necesario se encuentra identificado y almacenado correctamente | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | Los Documentos se encuentran bien archivados | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Total | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3ª s Suprimir la suciedad | 1 | Los estantes que resguardan los productos están libres de polvo | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Los equipos de limpieza están organizados y de fácil acceso | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | Los papeles de trabajo están limpios y en buen estado | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Total | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4ª s Señalizar | 1 | Todo los instructivos y formatos están controlados, pueden mostrar evidencias | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Se cuida que la imagen en mobiliario y equipos mantenga una imagen uniforme | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | Existen instrucciones claras de orden y limpieza | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Total | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5ª s Sostener y respetar | 1 | Existe control sobre el nivel de orden y limpieza | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Existe Programa de aplicación de 5s | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | Se hace la limpieza de forma sistemática | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Total | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluación realizada por: | | | Evaluación validada por: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Firma | | | Firma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 41: Auditoría 5s

- Formato de auditoría: Se utilizará un checklist que abarque las cinco etapas, permitiendo evaluar cada área del almacén en aspectos como orden, limpieza, cumplimiento de etiquetas y organización de los espacios.
- La auditoría es realizada por un equipo auditor interno, conformado por un auditor líder (Jefe de Operaciones o Responsable de Mejora Continua) y auditores internos seleccionados de forma rotativa entre supervisores y operarios de áreas distintas a la evaluada, garantizando objetividad en el proceso. Los resultados son consolidados por el auditor líder y validados por el Jefe de Operaciones, quien dispone y supervisa el cumplimiento de las acciones correctivas correspondientes.
- La evaluación de la auditoría 5S se realiza mediante un checklist estructurado que contempla ítems específicos para cada una de las cinco etapas de la metodología. Cada ítem es calificado en una escala de 0 a 3, donde 0 representa un incumplimiento total y 3 un cumplimiento excelente.
- Para cada etapa, se calcula un porcentaje de cumplimiento a partir de la relación entre el puntaje obtenido y el puntaje máximo posible. El resultado final de la auditoría corresponde al promedio de los porcentajes alcanzados en las cinco etapas evaluadas.
- Se establece como criterio de aprobación un nivel mínimo de cumplimiento del 70%. Los resultados entre 70% y 89% indican un nivel adecuado con oportunidades de mejora, mientras que valores iguales o superiores al 90% reflejan una aplicación consolidada de la metodología. En caso de no alcanzar el nivel mínimo, se deberán implementar acciones correctivas y realizar una auditoría de seguimiento.
- Rotación del equipo auditor: Los operarios se integrarán en las auditorías de forma rotativa, fomentando su participación activa y su comprensión de las normas.
- Reconocimiento del desempeño: Se reconocerán los logros alcanzados en las auditorías, lo que incentivará al personal a mantener los estándares.

Reforzamiento de la cultura organizacional

Para mantener la disciplina, se implementarán herramientas visuales y estrategias motivacionales que refuercen los principios de las 5S:

- Tablero de seguimiento 5S:

Se instalará un tablero en un lugar visible del almacén, mostrando indicadores clave como el porcentaje de cumplimiento en auditorías, el estado de las áreas críticas y las propuestas de mejora continua. (Ver Figura 42)



Figura 42: Tablero de seguimiento 5s
[Pizarra 5S - Global Lean](#)

- Material motivacional:

Se colocarán láminas informativas, gráficos de las 5S y mensajes motivacionales en el almacén. Además, se entregarán materiales promocionales como polos y lapiceros con el logo de las 5S para mantener al personal comprometido. (Ver Figura 43)



Figura 43: Lámina informativa 5s
[5S Lean Solutions Banner](#)

- Reconocimientos al personal:

Se organizará un evento anual para premiar al colaborador o equipo que haya destacado en el cumplimiento de las 5S, reforzando la participación activa.

Beneficios de la Implementación

Con la aplicación de la quinta S, se busca que todos los colaboradores adopten las 5S como un hábito, interiorizando las prácticas de clasificación, orden, limpieza, estandarización y mejora continua en su rutina diaria. Este enfoque también asegura que:

- Los estándares alcanzados se mantengan sosteniblemente.
- Se fortalezca la cultura de responsabilidad individual y colectiva.
- Se fomente un ambiente de trabajo motivador, alineado con los principios de mejora continua.
- La aplicación de la metodología 5S permite evidenciar no solo mejoras visibles en el orden y la limpieza del área de trabajo, sino también resultados cuantificables en el desempeño operativo. Con base en el diagnóstico inicial del almacén, se estima una disminución aproximada del 30 % en el tiempo empleado para la localización de herramientas y materiales, así como una reducción del 20 % en los retrabajos derivados del desorden y la mala disposición de los recursos. Del mismo modo, se prevé una reducción cercana al 25 % en los desplazamientos innecesarios dentro del área de trabajo. Por otro lado, la ejecución sistemática de auditorías internas facilitará alcanzar un nivel de cumplimiento de la metodología 5S igual o superior al 85 %, lo que reflejará una mejora sostenida en la disciplina operativa y en el control del entorno laboral.

4.1.3.6. Kaizen Aplicado tras Auditorías

Una vez realizadas las auditorías internas, se implementará Kaizen (Mejora Continua) para reforzar los estándares de las 5S y abordar las oportunidades de mejora identificadas. Este proceso se enfocará en:

- ✓ Análisis de resultados: Revisar los hallazgos de las auditorías para priorizar las áreas con incumplimientos o bajo desempeño.

- ✓ Propuestas de mejora: Fomentar que los operarios propongan acciones correctivas y mejoras prácticas, evaluadas por el equipo de supervisión según impacto y viabilidad.
- ✓ Implementación inmediata: Aplicar mejoras rápidas y de bajo costo en procesos o áreas críticas para garantizar resultados sostenibles.
- ✓ Monitoreo del impacto: Usar indicadores como reducción de no conformidades y cumplimiento de estándares para medir el éxito de las mejoras implementadas.

El enfoque Kaizen tras auditorías asegura que las oportunidades de mejora se traduzcan en acciones concretas, fortaleciendo el sistema 5S como una práctica viva y en constante evolución.

4.1.3.7. Reuniones de Seguimiento

Las reuniones de seguimiento serán fundamentales para evaluar el progreso de las 5S y el impacto de las acciones de mejora continua. Estas reuniones se realizarán mensualmente y tendrán los siguientes objetivos:

- ✓ Evaluación del cumplimiento: Revisar los resultados de auditorías, avances de Kaizen y el estado de las áreas del almacén.
- ✓ Resolución de problemas: Identificar y solucionar de manera colaborativa los desafíos recurrentes.
- ✓ Reconocimiento y motivación: Destacar los logros del personal y las áreas con mejor desempeño.

Estructura de las reuniones

Duración: 30 minutos.

Participantes: Supervisores, operarios y jefes de área.

Temas clave: Resultados de auditorías, propuestas de mejora, avances de Kaizen, próximos pasos.

Con estas reuniones, se refuerza el compromiso del personal con la metodología 5S y se asegura la sostenibilidad de los logros alcanzados a lo largo del proyecto.

4.2. Implementación de Kaizen Blitz en la Empresa

El Kaizen Blitz es una metodología de mejora continua enfocada en la implementación rápida e intensiva de cambios en los procesos organizacionales. A diferencia de las iniciativas de mejora a largo plazo, el Kaizen Blitz se centra en identificar problemas específicos y aplicar soluciones de manera ágil, involucrando a todos los niveles de la organización en un corto período de tiempo. Su objetivo principal es optimizar la eficiencia, reducir desperdicios y fomentar una cultura de mejora constante mediante la participación del personal.

La implementación del Kaizen Blitz se desarrolla en cinco fases clave que permiten estructurar y asegurar el éxito del proceso:

1. **Preparación y Planificación:** Se define el problema a abordar, se establecen los objetivos específicos y se conforma el equipo multidisciplinario responsable de liderar las mejoras. En esta fase, se recopila información relevante para entender el contexto actual y se planifican las actividades a desarrollar.
2. **Análisis de la Situación Actual:** Se realiza un diagnóstico exhaustivo utilizando herramientas de análisis como diagramas de Ishikawa y mapas de procesos. Este análisis permite identificar las causas raíz de los problemas, así como las oportunidades de mejora.
3. **Diseño e Implementación de Soluciones:** A partir del análisis previo, se diseñan soluciones específicas para eliminar las ineficiencias detectadas. En este caso, se implementarán tableros Kanban digitales para mejorar la planificación y programación de tareas, y se desarrollarán talleres Kaizen para capacitar al personal en la gestión eficiente del tiempo y los recursos.
4. **Evaluación de Resultados:** Se monitorean y evalúan los resultados obtenidos mediante indicadores clave de desempeño. Esta fase permite comparar el estado previo y posterior a la implementación, asegurando que los objetivos planteados se estén cumpliendo.
5. **Estandarización y Seguimiento:** Las mejoras exitosas se documentan y estandarizan para garantizar su sostenibilidad en el tiempo. Además, se establecen mecanismos de seguimiento continuo para identificar nuevas oportunidades de mejora y mantener la cultura Kaizen en la organización.

En el caso de la empresa metalmecánica objeto de este estudio, el Kaizen Blitz se implementará para abordar los problemas en la planificación y programación de tareas. La metodología se enfocará en la introducción de herramientas visuales como tableros Kanban digitales y en la capacitación continua del personal a través de talleres Kaizen. El objetivo es reducir errores en la programación, optimizar la asignación de recursos y mejorar la coordinación entre áreas. Esta intervención intensiva permitirá obtener resultados significativos en un corto plazo, promoviendo la eficiencia operativa y estableciendo una base sólida para futuras mejoras.

4.2.3. Aplicación de Kaizen Blitz en la Empresa: Mejora en la planificación y programación de tareas

La correcta planificación y programación de tareas son elementos esenciales para la eficiencia operativa en cualquier organización. En la empresa metalmecánica objeto de este estudio, se han identificado errores recurrentes en la asignación de recursos y en la programación de proyectos. Actualmente, la planificación de actividades se realiza mediante hojas de cálculo en Excel, una práctica que ha demostrado ser ineficiente debido a su gestión de última hora por parte del jefe de operaciones. Este método, basado en la creación semanal de cronogramas en Excel (como se muestra en la imagen proporcionada), presenta deficiencias en la visibilidad de las tareas y la coordinación entre áreas. Esto ha derivado en retrasos, tiempos muertos y un uso ineficiente de materiales y personal. La implementación de la metodología Kaizen en este contexto se centrará en la introducción de herramientas visuales más efectivas y en la capacitación continua del personal, promoviendo una cultura de mejora constante en la gestión de tareas.

Objetivo del Proyecto: Optimizar la planificación y programación de tareas en la empresa metalmecánica mediante la implementación de herramientas visuales interactivas, como tableros Kanban digitales, y la realización de talleres Kaizen orientados a la gestión eficiente del tiempo y los recursos. Se busca reducir en un 25 % los errores en la programación y mejorar la coordinación entre áreas en un plazo de seis meses.

Fases del Proyecto Kaizen

1. Identificación del Problema: El diagnóstico realizado ha revelado los siguientes problemas:

- Planificación de actividades a última hora mediante hojas de Excel, dificultando el seguimiento y control de las actividades.
- Falta de visibilidad en el avance de proyectos y duplicidad de tareas debido a la ausencia de herramientas colaborativas.
- Asignación inadecuada de recursos, lo que genera cuellos de botella y sobrecarga de trabajo en ciertos equipos.
- Errores en la secuencia de tareas, generando retrabajos y tiempos muertos innecesarios.
- Ausencia de herramientas visuales efectivas que faciliten la gestión y el control de las operaciones.

2. Formación del Equipo Kaizen: Se conformará un equipo multidisciplinario encargado de diseñar, implementar y evaluar las mejoras. (Ver Figura 44)

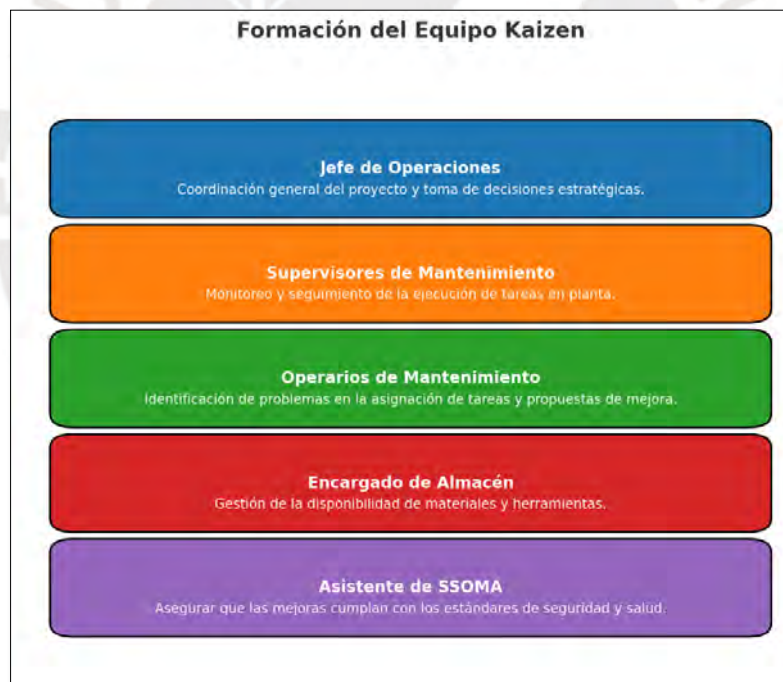


Figura 44: Formación del equipo Kaizen Blitz
Elaboración Propia

3. Análisis de la situación actual: Actualmente, la empresa realiza la planificación de tareas utilizando hojas de cálculo en Excel. Este método, aunque funcional para registrar información básica, presenta limitaciones significativas en la gestión de proyectos. La planificación suele realizarse a última hora, lo que dificulta la coordinación entre los

equipos, genera confusión en la asignación de tareas y provoca retrasos en la ejecución de actividades. La Figura 45 muestra un ejemplo del cronograma semanal utilizado, donde se evidencia la falta de herramientas visuales que faciliten el seguimiento en tiempo real y la colaboración efectiva entre áreas.

| SEMANA 13 | | | | | | |
|--|---|---|--|--|---------------------|----------------------|
| LUNES 10/04/2024 | MARTES 21/04/2024 | MIÉRCOLES 3/04/2024 | JUEVES 4/04/2024 | VIERNES 5/04/2024 | SABADO 6/04/2024 | DOMINGO 7/04/2024 |
| *Convocados MDLZ 02/04* *Instalación de tuberías de bomba de osmosis* *ING-21925* *23MDLZ274* Galindo Ender Cesar Alejos *Entrada 8:00 am* Julio Yeison *Entrada 7:30 am* | *Convocados MDLZ 03/04* *Instalación de tuberías de bomba de osmosis* *ING-21925* *23MDLZ274* Denis Cesar Ayache Galindo William Carlos Tananta *Entrada 8:00 am* Julio Yeison | *Convocados MDLZ 04/04* *Instalación de tuberías de bomba de osmosis - Victor Villena* *ING-21925* *23MDLZ274* Denis Ender Keivi *Entrada 8:00 am* Julio Yeison *Entrada 7:30 am* | *Convocados MDLZ 05/04* *Convocatoria de tuberías de bomba de osmosis - Victor Villena** *ING-21925* *23MDLZ274* Denis Ender Cesar Alejos *Entrada 8:00 am* Julio Yeison *Entrada 7:30 am* | *Convocados MDLZ 06/04* *Instalación de tuberías de bomba de osmosis - Victor Villena** *ING-21925* *23MDLZ274* Denis Ender Cesar Alejos *Entrada 8:00 am* Julio Yeison *Entrada 7:30 am* | | |
| *Convocados MDLZ 02/04* *Apoyo mecanico LS - Hugo de la cruz* *Codigo de aprobacion pendiente* *24MDLZ075* Isael Denis William Carlos Ramirez *Entrada 8:00 am* Luis *Entrada 7:30 am* | *Convocados MDLZ 03/04* *Mantenimiento de fluxometros de topico- Victor Villena* *ING-21951* *24MDLZ014* Keivi Maximo *Entrada 8:00 am* Gean Pier Abel *Entrada 7:30 am* | *Convocados MDLZ 04/04* *Apoyo mecanico LS - Jhail Salazar* *Falta codigo de aprobacion* *24MDLZ078* GRUPO 1 Carlos Ramirez Maximo GRUPO 2 Isael William Cesar Ayache Carlos Tananta *Entrada 8:00 am* Luis Alexandra Marcelo *Entrada 7:30 am* | *Convocados MDLZ 05/04* *Aterramiento de columnas de la sala de compresores - Victor Villena* *21940* *23MDLZ281* Carlos Ramirez Maximo Carlos Tananta *Entrada 8:00 am* Luis *Entrada 7:30 am* | *Convocados MDLZ 06/04* *Aterramiento de columnas de la sala de compresores - Victor Villena* *21940* *23MDLZ281* Carlos Ramirez Maximo Carlos Tananta *Entrada 8:00 am* Luis *Entrada 7:30 am* | | |
| *Convocados MDLZ 02/04* *Levantamiento de observaciones de extractores e inyectores de aire en baños 3er piso topico* *ING-21952* *24MDLZ054* Maximo Carlos Tananta *Entrada 8:00 am* Marcelo (SUP) Alexandra (PDR) *Entrada 7:30 am* | *Convocados MDLZ 03/04* *Mnto extractores L1 y L5* *24MDLZ067* *ING-21023* Isael Carlos Ramirez *Entrada 8:00 am* Alexandra Marcelo *Entrada 7:30 am* | *Convocados MDLZ 04/04* *Mantenimiento de filtro de decantador en PTAR - Robert Anticonia* *Falta codigo de aprobacion* *24MDLZ078* Abel Gean Pier *Entrada 9:00 am* | | | | |
| *Convocados MDLZ 02/04* *Pintados LS* *ING-21952* *24MDLZ054* Keivi Abel *Entrada 8:00 am* Gean Pier Erick Ticona *Entrada 7:30 am* | | | | | | |
| *Convocados Taller JDM 02/04* *24VSI052* Kenyo Cesar Ayache *Entrada 8:00 am* | *Convocados Taller JDM 02/04* *24VSI052* Kenyo Cesar Ayache *Entrada 8:00 am* | | | | | |

Figura 45: Cronograma semanal de la Empresa
Fuente: Empresa

La planificación en Excel, como se muestra en la imagen anterior, evidencia deficiencias que afectan la eficiencia operativa de la empresa. Entre las principales causas se encuentran la falta de procedimientos estandarizados para la programación de tareas, la información desactualizada sobre la disponibilidad de recursos, la falta de comunicación entre los equipos de trabajo y supervisores, y el uso de herramientas ineficientes que dificultan el seguimiento de las actividades en tiempo real. Estas problemáticas contribuyen a la generación de retrabajos, tiempos muertos y cuellos de botella en los procesos.

4. Propuesta de Mejora:

- a) Implementación de Tableros Kanban Digitales: Se introducirán tableros Kanban digitales como herramienta visual para la gestión de tareas. Para ello, se utilizará la plataforma Trello, una herramienta intuitiva y accesible que permite la gestión colaborativa de proyectos y la actualización en tiempo real. Esta plataforma facilitará la visualización de las tareas, su estado y la asignación de responsabilidades, promoviendo una mayor eficiencia en la planificación.

El tablero Kanban estará estructurado en columnas que representarán los diferentes estados de las tareas: Por Hacer (*To Do*), En Proceso (*In Progress*) y Completadas (*Done*). Cada tarjeta de tarea incluirá la descripción detallada de la actividad, el responsable asignado, los recursos necesarios y el plazo de ejecución. Además, el tablero permitirá la actualización continua y la integración con otras herramientas de gestión, mejorando la coordinación entre los equipos. (Ver Figura 46)



Figura 46: Tablero Kanban Digital
Elaboración propia

Adicionalmente, el tablero Kanban digital considera el registro de fechas clave para cada etapa del flujo de trabajo. Cada tarjeta incluye la fecha de inicio al ingresar a la columna “Por Hacer”, la fecha de inicio real al pasar a “En Proceso” y la fecha de

culminación al ubicarse en la columna “Completadas”. Este registro permite controlar los tiempos de permanencia en cada etapa, identificar retrasos en la ejecución de tareas y evaluar el cumplimiento de los plazos establecidos. La incorporación de estas fechas fortalece el seguimiento del avance de las actividades y mejora la trazabilidad del proceso de planificación y programación de tareas.

b) Realización de Talleres Kaizen para la Capacitación del Personal:

Se organizarán talleres periódicos para capacitar al personal en técnicas de planificación eficiente y gestión del tiempo. El contenido de los talleres empezará de la siguiente forma: (Ver Figura 47)



Figura 47: Contenido de Talleres Kanban
Elaboración propia

5. Medición de Resultados: Se evaluará la efectividad de las acciones mediante indicadores clave de desempeño.

El siguiente gráfico (Ver Figura 48) compara los resultados actuales con los objetivos esperados tras la implementación del Proyecto Kaizen. Se observa la reducción de errores en la programación, la mejora en la eficiencia de la asignación de recursos y el aumento en la satisfacción del personal.

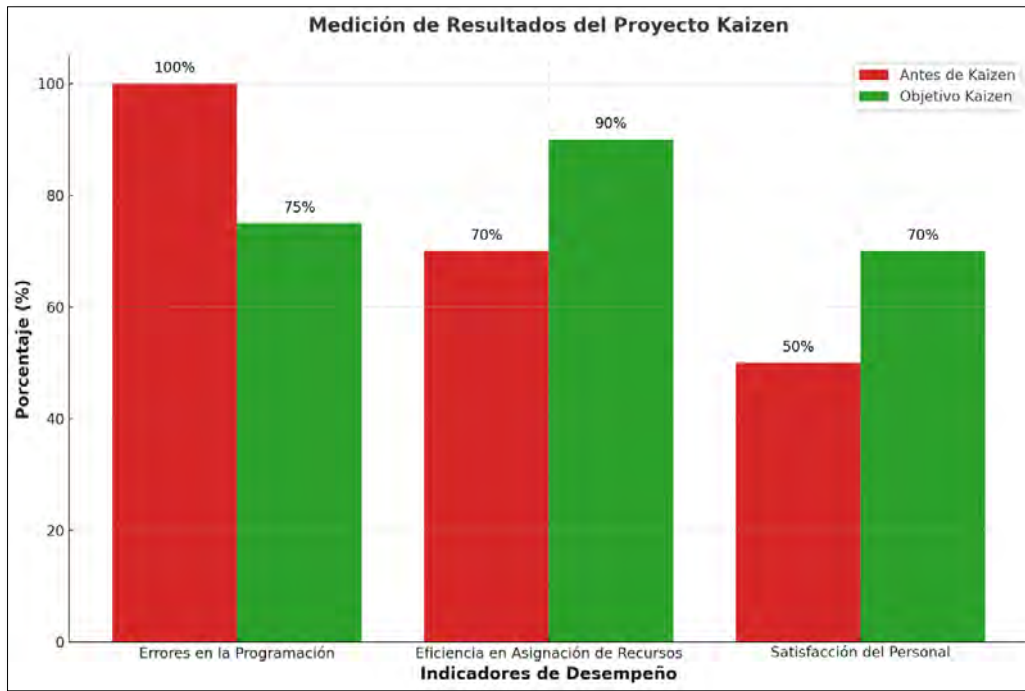


Figura 48: Contenido de Talleres Kanban
Elaboración propia

La medición de resultados busca alcanzar tres objetivos clave: reducir en un 25 % los errores en la programación de tareas dentro de los primeros seis meses, asegurar un 90 % de eficiencia en la asignación de recursos mediante una gestión optimizada, y aumentar en un 20 % la satisfacción del personal respecto a la planificación, promoviendo una percepción más positiva y colaborativa del entorno laboral. Estos indicadores serán evaluados de forma mensual, trimestral y semestral respectivamente, para garantizar un seguimiento continuo del progreso del proyecto.

6. Cronograma de Implementación:

El cronograma de implementación del Proyecto Kaizen está diseñado para garantizar una aplicación gradual y efectiva de las mejoras propuestas. Este cronograma incluye fases clave que abarcan desde el diagnóstico inicial hasta la estandarización de los procesos, asegurando un seguimiento continuo y una evaluación periódica de los resultados obtenidos. A continuación, en la Figura 49, se presenta el cronograma a partir de un Diagrama de Gantt.

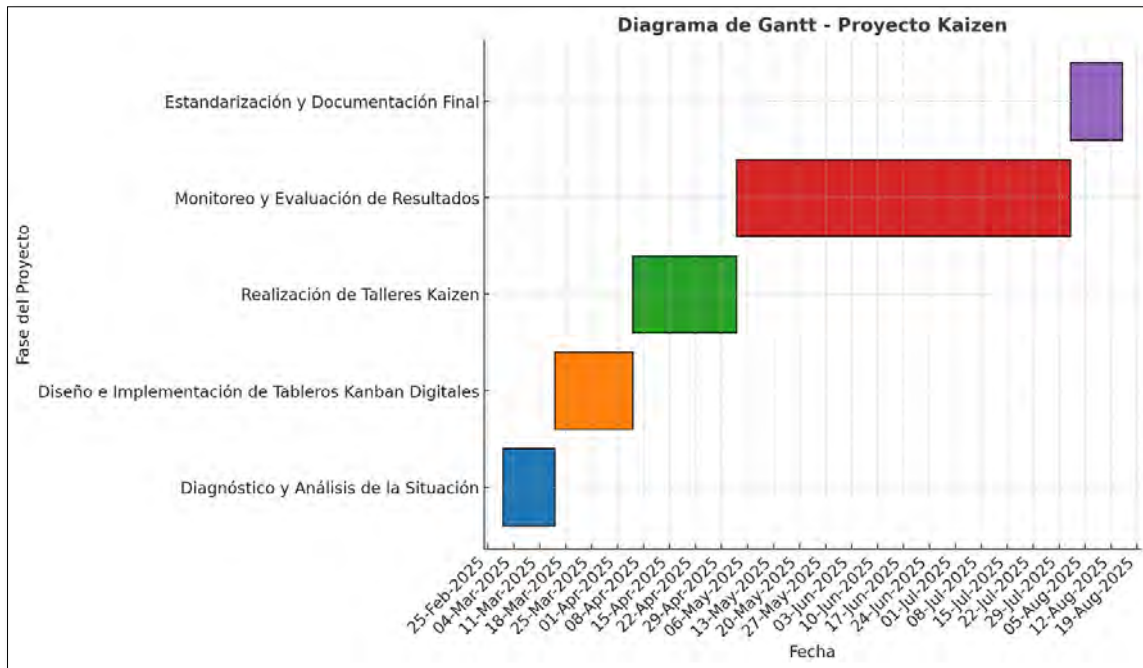


Figura 49: Diagrama Gantt – Proyecto Kaizen
Elaboración propia

Beneficios esperados

- Mejora en la eficiencia operativa mediante una programación más precisa y oportuna.
- Reducción de tiempos muertos y retrabajos en aproximadamente un 20 % a 25 %, como resultado de una mejor visibilidad de las tareas, una asignación más eficiente de recursos y la eliminación de errores en la secuencia de actividades
- Eliminación de la planificación de última hora y mejora en la previsibilidad de tareas.
- Incremento en la satisfacción del personal por la claridad en los procesos.
- Fomento de una cultura de mejora continua en la organización.
- Mejora en la comunicación interna, facilitando la coordinación entre áreas.

La reducción estimada de tiempos muertos y retrabajos se sustenta en la comparación entre la situación actual, caracterizada por una planificación semanal de última hora en hojas de Excel, y la situación propuesta, basada en una gestión visual continua mediante Kanban digital. La mejora en la coordinación, el seguimiento en tiempo real y la asignación clara de responsabilidades permite disminuir significativamente las interrupciones operativas y reprocesos.

4.3. Implementación de un Sistema Estructurado de Planificación de Recursos (MRP)

La falta de un sistema estructurado de planificación de recursos ha generado ineficiencias significativas en la gestión de materiales, herramientas y personal dentro de la empresa. Estas deficiencias se traducen en retrasos operativos, tiempos muertos y errores en la planificación, lo que afecta directamente la productividad y eficiencia de las operaciones. Para abordar estos problemas, se utilizará la metodología Kaizen, enfocada en la mejora continua a través de la implementación de ciclos PDCA (Plan-Do-Check-Act) y herramientas de gestión visual. En este contexto, se plantea como objetivo la implementación de un sistema básico de planificación de recursos (MRP) que permita optimizar estos procesos, asegurando la disponibilidad oportuna y eficiente de los recursos necesarios para las operaciones diarias.

Pronósticos de demanda como insumo del sistema MRP

- El sistema MRP propuesto incorpora el uso de pronósticos de demanda como insumo fundamental para la planificación de materiales, herramientas y EPPs requeridos en los proyectos de mantenimiento de estructuras metálicas. Estos pronósticos se elaboran a partir del registro histórico de consumo mensual de materiales, información que se utilizará en el sistema MRP en Excel mediante el control de salidas y el análisis de frecuencia de uso.
- Dado que la empresa opera bajo un enfoque de ejecución por proyectos y no de producción continua, el pronóstico de demanda se basa en el consumo promedio histórico, ajustado según el alcance y duración de los proyectos programados. Este enfoque permite anticipar necesidades futuras de manera realista, sin recurrir a modelos estadísticos complejos, alineándose con la capacidad operativa y el nivel de información disponible en la empresa.
- La información pronosticada alimenta directamente el sistema MRP junto con los niveles actuales de inventario, los márgenes de seguridad y los tiempos de reposición, permitiendo programar compras oportunas, reducir quiebres de stock y minimizar compras de emergencia, fortaleciendo así la eficiencia del sistema de planificación de recursos.

Tabla 30: Ejemplo de pronóstico de demanda mensual basado en consumo histórico

| Material crítico | Consumo promedio mensual | Margen de seguridad | Pronóstico mensual | Unidad |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|--------|
| Electrodos de soldadura | 120 | 10% | 132 | Kg |
| Discos de corte | 85 | 10% | 94 | Und |
| Pintura industrial | 40 | 10% | 44 | Gal |
| Guantes de seguridad | 60 | 10% | 66 | Pares |
| Cascos de seguridad | 20 | 10% | 22 | Und |

Fases de Implementación:

1. Identificación de necesidades y recursos actuales

- **Revisión de los procesos actuales:** Se realizó un análisis detallado de los procesos de gestión de inventarios, identificando ineficiencias y puntos críticos que afectan la disponibilidad de materiales.
- **Identificación de materiales y herramientas críticas:** A partir del inventario proporcionado, se clasificaron los materiales según su frecuencia de uso en alta, regular y baja. Los materiales de alta frecuencia requieren una gestión prioritaria para evitar interrupciones en las operaciones.

2. Desarrollo de un sistema de planificación básico

Diseño e implementación del sistema MRP: Se implementó un sistema MRP sencillo en Excel que permite controlar inventarios, planificar las compras y prever necesidades futuras (Ver Tabla 31). Este sistema incluye:

- **Control de stock mínimo:** Configuración de alertas automáticas que notifican cuando la cantidad de un ítem crítico alcanza el límite establecido.
- **Histórico de uso:** Registro mensual del consumo de materiales para prever necesidades futuras.
- **Programación de compras:** Cronograma de adquisiciones basado en el uso estimado y la frecuencia de uso.

Tabla 31: Sistema MRP sencillo en Excel

| Código | Nombre | Cantidad Disponible | Stock Mínimo | Uso Estimado Mensual | Fecha Último Pedido | Fecha Próximo Pedido | Responsable |
|--------|--------|---------------------|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

3. Capacitación del personal

Formación en el uso del sistema: Se llevará a cabo un taller de capacitación para el equipo encargado, abordando (Ver Tabla 32):

- Registro y actualización de datos en el sistema MRP.
- Interpretación de las alertas y programación de pedidos.
- Buenas prácticas de almacenamiento y control de inventarios.

Tabla 32: Talleres de capacitación

| Fecha | Tema | Responsable | Participantes | Observaciones |
|-------|--|---------------------|----------------------------------|---------------|
| 1-Mar | Introducción al MRP en Excel | Jefe de Operaciones | Supervisores y Jefe de Logística | |
| 2-Mar | Buenas prácticas de inventario | Jefe de Operaciones | Supervisores y Jefe de Logística | |
| 3-Mar | Interpretación de alertas y programación | Jefe de Operaciones | Supervisores y Jefe de Logística | |

4. Evaluación y ajustes

- **Monitoreo continuo del sistema:** Se establecerá un ciclo de revisión mensual para evaluar la efectividad del sistema y la precisión de los datos. (Ver Tabla 33)
- **Indicadores de rendimiento:**
 - Reducción de tiempos muertos por falta de materiales.
 - Precisión en la disponibilidad de herramientas.
 - Disminución de demoras en la entrega de materiales.

Tabla 33: Indicadores de rendimiento

| Indicador | Línea Base (Antes) | Meta (Después de 3 meses) | Resultado Final |
|------------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|
| Tiempos muertos por falta de stock | 18 horas/mes | | |
| Precisión en inventario (%) | 65% | | |
| Demoras en entregas de materiales | 10 veces/mes | | |

5. Planificación de Compras

Programación anticipada de adquisiciones: Se elaboró un calendario de compras programadas para garantizar la disponibilidad continua de materiales críticos. Se presenta en la Tabla 34:

Tabla 34: Formato de planificación de compras

| Fecha de Compra Programada | Material Crítico | Cantidad a Comprar | Proveedor | Dirección del Proveedor | Costo Estimado (S/.) | Responsable de la Compra | Prioridad |
|----------------------------|------------------|--------------------|-----------|-------------------------|----------------------|--------------------------|-----------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

La implementación del ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) ha permitido estructurar un enfoque sistemático para la mejora continua en la planificación de recursos. Se identificaron y priorizaron los recursos críticos, se diseñó e implementó un sistema MRP básico en Excel, y se capacitó al personal en su uso y en buenas prácticas de gestión de inventarios. Posteriormente, se verificó la efectividad del sistema a través de indicadores clave de desempeño, ajustando los procesos según los resultados obtenidos.

4.3.1. Aplicación del Sistema de Planificación de Recursos (MRP) para Proyectos de Mantenimiento de Estructuras Metálicas en la Empresa

La implementación del MRP se desarrollará en base a los pasos descritos anteriormente:

Fase 1: Desarrollo de un sistema de planificación básico

Se realizó un análisis del consumo histórico de materiales, clasificándolos según su frecuencia de uso y nivel de criticidad. Para minimizar el riesgo de escasez, se establecieron márgenes de seguridad en los inventarios críticos, calculando niveles óptimos de stock en función del consumo promedio y la variabilidad en tiempos de reposición. En la Tabla 35 se presenta los materiales críticos identificados para mantenimiento, clasificados por categoría con márgenes de seguridad.

Tabla 35: Materiales críticos de mantenimiento de estructuras metálicas

| Categoría | Código | Nombre | Cantidad Disponible | Stock Mínimo | Margen de Seguridad | Consumo promedio mensual | Tiempo de reposición (días) | Proveedor principal | Plazo de entrega (días) |
|-----------------------------|-----------|--------------------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Insumos de Soldadura | 040301001 | Electrodo 7018 1/8" | 50 | 30 | 10 | 40 | 15 | Importaciones Yanisac | 5 |
| | 040403007 | Soldadura MIG ER70S-6 | 30 | 15 | 5 | 20 | 8 | Grupo Luna | 5 |
| Herramientas Manuales | 040401001 | Llave Stilson 18" | 10 | 5 | 2 | 8 | 7 | Suministros Industriales | 6 |
| | 040401002 | Martillo de bola 24 oz | 15 | 8 | 3 | 10 | 6 | Comercial Mayorol | 7 |
| Materiales de Corte | 040303002 | Disco de corte 4.5" | 20 | 15 | 5 | 25 | 10 | Herramientas S.A. | 5 |
| Fijaciones y Pernos | 040402005 | Tornillo estructural 5/8 | 100 | 50 | 20 | 60 | 12 | Comercial Mayorol | 6 |
| | 040402006 | Perno galvanizado 1/2" | 80 | 40 | 15 | 50 | 10 | Hezco SAC | 5 |
| Recubrimientos y Protección | 040501001 | Pintura Anticorrosiva | 25 | 10 | 5 | 15 | 14 | Color y Matiz López | 6 |
| | 040501002 | Esmalte sintético | 30 | 12 | 5 | 18 | 10 | Grupo Luna | 5 |
| Elementos de seguridad | 040801005 | Guantes de cuero | 40 | 20 | 10 | 30 | 7 | Seguridad S.A. | 6 |
| | 040802004 | Máscara de soldadura | 15 | 8 | 3 | 10 | 5 | Prosegur Perú | 5 |

Fase 2: Planificación del MRP

Se estableció un sistema de adquisición, programando las compras en función de la demanda real de los proyectos y evitando acumulaciones innecesarias en el almacén. (Ver Tabla 36)

Tabla 36: Sistema MRP

| Código | Nombre | Cantidad Disponible | Stock Mínimo | Margen de Seguridad | Necesidad de compra | Fecha de pedido | Proveedor principal | Plazo de entrega (días) | Costo unitario (S/) | Costo Total estimado (S/) |
|-----------|--------------------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|
| 040301001 | Electrodo 7018 1/8" | 50 | 30 | 10 | 40 | 10/02/2025 | Importaciones Yanisac | 5 | 12 | 480 |
| 040403007 | Soldadura MIG ER70S-6 | 30 | 15 | 5 | 20 | 12/02/2025 | Grupo Luna | 4 | 35 | 700 |
| 040401001 | Llave Stilson 18" | 10 | 5 | 2 | 8 | 20/02/2025 | Suministros Industriales | 6 | 45 | 360 |
| 040401002 | Martillo de bola 24 oz | 15 | 8 | 3 | 10 | 22/02/2025 | Comercial Mayorol | 7 | 30 | 300 |
| 040303002 | Disco de corte 4.5" | 20 | 15 | 5 | 25 | 15/02/2025 | Herramientas S.A. | 5 | 10 | 250 |
| 040402005 | Tornillo estructural 5/8 | 100 | 50 | 20 | 60 | 25/02/2025 | Comercial Mayorol | 6 | 2.5 | 150 |
| 040402006 | Perno galvanizado 1/2" | 80 | 40 | 15 | 50 | 28/02/2025 | Hezco SAC | 5 | 3 | 150 |
| 040501001 | Pintura Anticorrosiva | 25 | 10 | 5 | 15 | 2/03/2025 | Color y Matiz López | 6 | 55 | 825 |
| 040501002 | Esmalte sintético | 30 | 12 | 5 | 18 | 5/03/2025 | Grupo Luna | 5 | 45 | 810 |
| 040801005 | Guantes de cuero | 40 | 20 | 10 | 30 | 7/03/2025 | Seguridad S.A. | 6 | 25 | 750 |
| 040802004 | Máscara de soldadura | 15 | 8 | 3 | 10 | 10/03/2025 | Prosegur Perú | 5 | 75 | 750 |

Fase 3: Integración del MRP con la Programación de Mantenimiento

Para garantizar la alineación del MRP con las actividades de mantenimiento, se estableció un cronograma detallado de adquisición y uso de materiales. Se creó un sistema de seguimiento para coordinar la llegada de insumos con el inicio de actividades de mantenimiento, asegurando que los recursos estén disponibles en el momento adecuado. (Ver Tabla 37)

Tabla 37: Integración de sistema con programación de proyectos de mantenimiento

| Proyecto | Fecha de Inicio | Materiales Requeridos | Fecha de Pedido | Fecha de Recepción Estimada | Responsable del Pedido |
|--|-----------------|--|-----------------|-----------------------------|------------------------|
| Reparación de estructura A | 5/03/2025 | Electrodos, discos de corte, soldadura MIG | 20/02/2025 | 2/03/2025 | Jefe de Logística |
| Refuerzo de vigas en planta | 10/04/2025 | Llaves Stilson, electrodos, tornillería | 25/03/2025 | 5/04/2025 | Jefe de Logística |
| Reemplazo de soportes | 15/05/2025 | Discos de corte, tornillería, soldadura MIG | 30/04/2025 | 10/05/2025 | Jefe de Logística |
| Mantenimiento de estructuras en Mondelez | 12/06/2025 | Cables eléctricos, pinturas anticorrosivas, pernos | 28/05/2025 | 10/06/2025 | Jefe de Logística |
| Fabricación de estructuras en Nestlé | 20/07/2025 | Acero estructural, soldadura TIG, placas metálicas | 1/07/2025 | 18/07/2025 | Jefe de Logística |
| Mantenimiento integral de techos en planta | 5/08/2025 | Láminas galvanizadas, remaches, brocas | 22/07/2025 | 3/08/2025 | Jefe de Logística |

Fase 4: Digitalización del MRP mediante Software ERP

Para mejorar la eficiencia del sistema MRP, se recomienda la transición del uso de hojas de cálculo en Excel a un software de planificación de recursos empresariales (ERP). Se analizaron diversas opciones y se propone la implementación de Odoo ERP, debido a su capacidad de integración con módulos de inventario, compras y producción.

Beneficios del Software ERP en la Planificación de Materiales:

- Automatización del proceso de compras: Generación automática de órdenes de compra cuando los niveles de stock alcanzan los umbrales mínimos.
- Optimización del inventario: Registro en tiempo real de entradas y salidas de materiales.
- Mejor trazabilidad: Asignación de lotes y series a los insumos para rastrear su uso en cada proyecto de mantenimiento.
- Alertas inteligentes: Notificaciones automáticas cuando un material crítico está por agotarse.
- Reducción de errores manuales: Eliminación de registros en papel y mayor exactitud en el control de insumos.

La digitalización del MRP permitirá optimizar la gestión de materiales, mejorar la precisión de los datos y agilizar la toma de decisiones en la planificación de mantenimiento.

Flujo de datos dentro del ERP y conexión entre Módulos

Para garantizar una integración eficiente del MRP en el ERP, se presentan los flujos de cada módulo clave del sistema. Estos diagramas muestran las entradas y salidas de información, así como la interacción entre módulos dentro del software.

1. Flujo del Módulo de Inventario

Este módulo recibe información de órdenes de producción, inventario actual, órdenes de compra pendientes, tiempos de reposición y consumo histórico. Su función principal es verificar el stock y determinar si hay suficientes materiales para la producción. Si hay materiales disponibles, envía la información al Módulo de Producción; en caso de faltantes, genera requerimientos para el Módulo de Compras. A continuación, se presenta el flujo en la Figura 50.

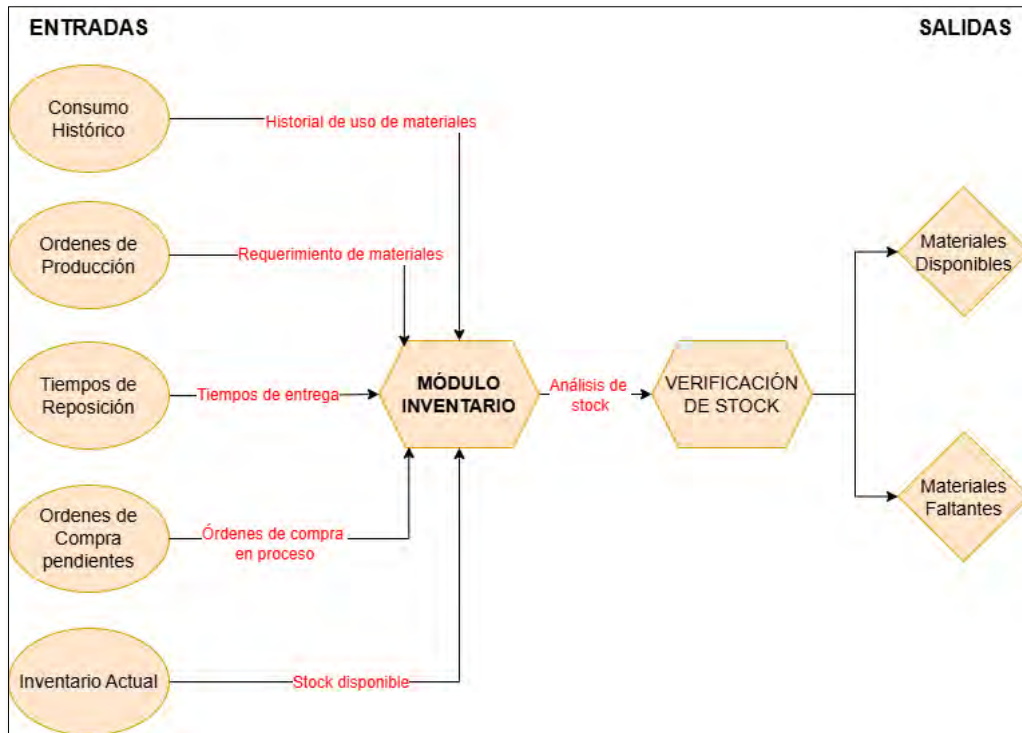


Figura 50: Flujo Módulo Inventario
Elaboración propia

2. Flujo del Módulo de Producción

A partir de la información del Módulo de Inventario, este módulo planifica los materiales necesarios para cumplir con las órdenes de producción. Si se identifican insumos insuficientes, envía una solicitud de compra al Módulo de Compras. Su salida principal es la lista de materiales requeridos, que permite optimizar la planificación de la producción. A continuación, se presenta el flujo en la Figura 51.

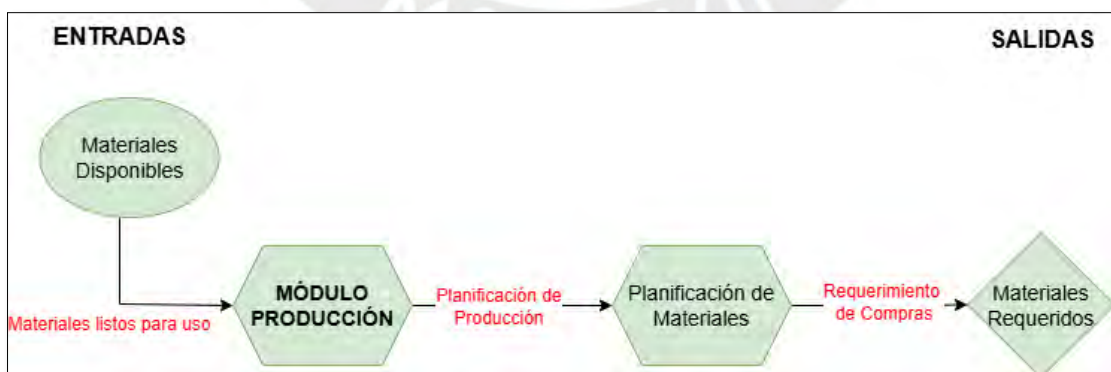


Figura 51: Flujo Módulo de Producción
Elaboración propia

3. Flujo del Módulo de Compras

Este módulo recibe solicitudes de compra del Módulo de Producción y del Módulo de Inventario para gestionar la adquisición de materiales. Se encarga de generar órdenes de compra, coordinar con proveedores y verificar la disponibilidad de insumos. Una vez que se procesan las órdenes, envía información al Módulo de Reportes sobre las compras realizadas y las fechas de entrega estimadas. A continuación, se presenta el flujo en la Figura 52.

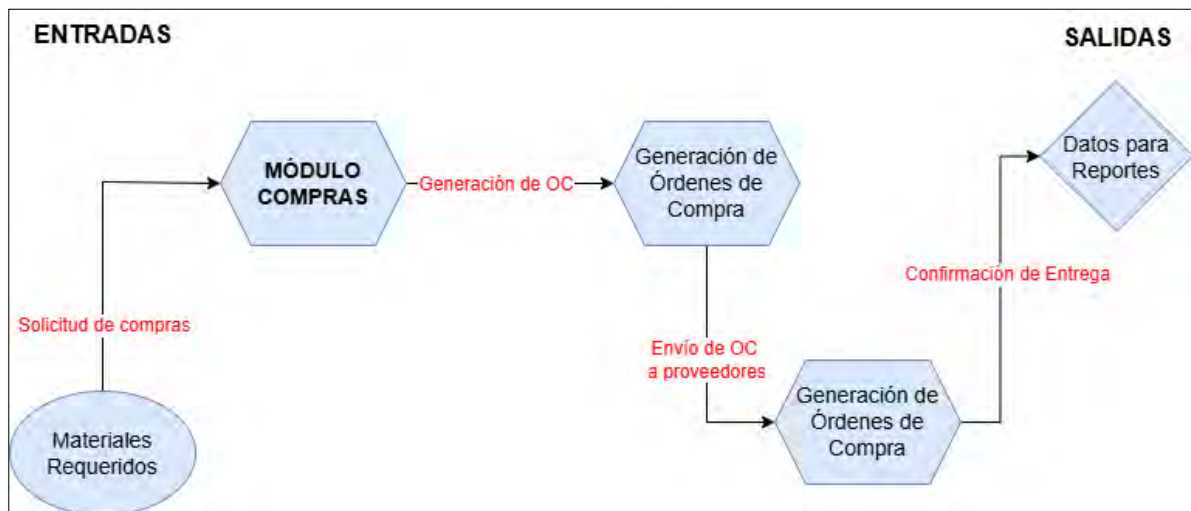


Figura 52: Flujo Módulo de Compras
Elaboración propia

4. Flujo del Módulo de Reportes

Este módulo consolida la información de los otros módulos para generar análisis de desempeño. Evalúa indicadores clave (KPIs), verifica la disponibilidad de inventario, genera alertas de reposición y automatiza órdenes de compra en caso de escasez. Su conexión con los demás módulos permite monitorear la eficiencia del sistema y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real. A continuación, se presenta el flujo en la Figura 53.

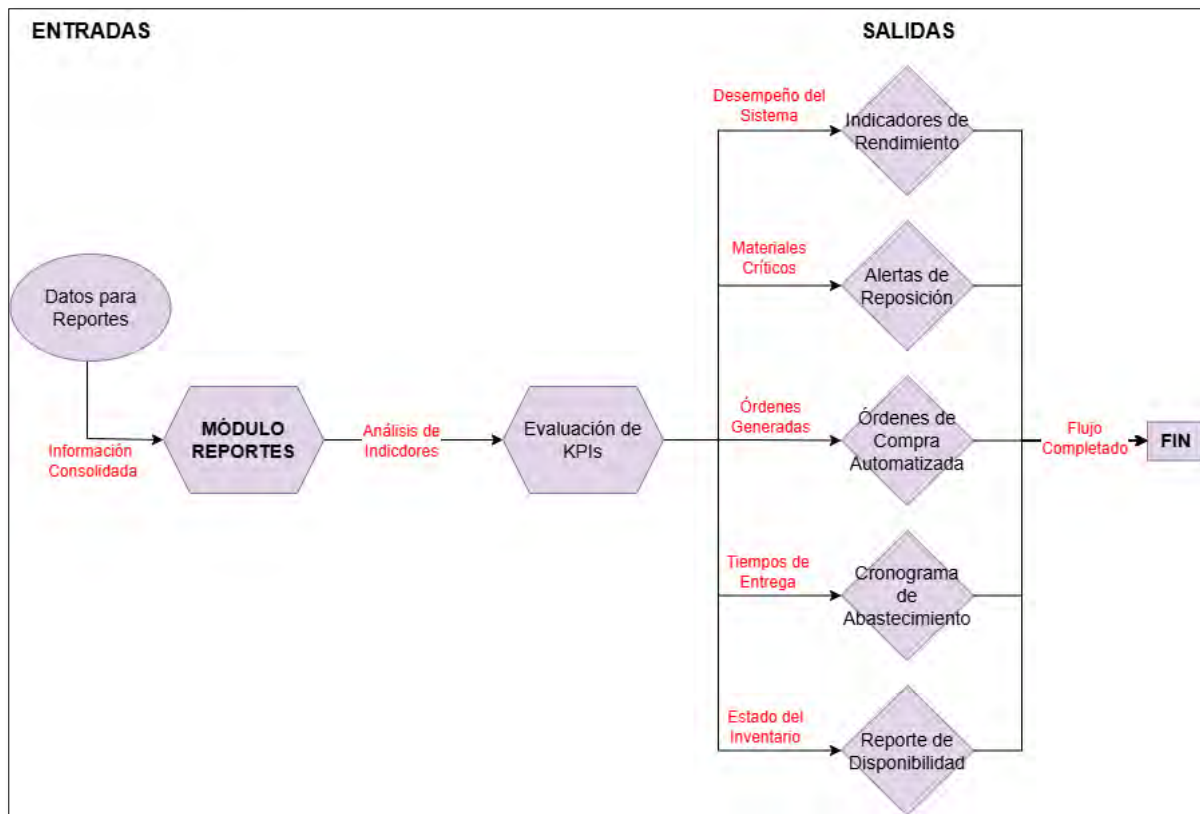


Figura 53: Flujo Módulo de Reportes
Elaboración propia

Fase 5: Evaluación y Ajustes del Sistema con Nuevas Métricas de Desempeño

Para medir la efectividad del MRP optimizado, se establecen nuevas métricas de desempeño enfocadas en la eficiencia del inventario, la reducción de costos y la precisión de la planificación. Se aplicarán indicadores clave de desempeño (KPIs) para monitorear los resultados obtenidos y realizar ajustes en caso de desviaciones. (Ver Tabla 38)

Tabla 38: Métricas de desempeño

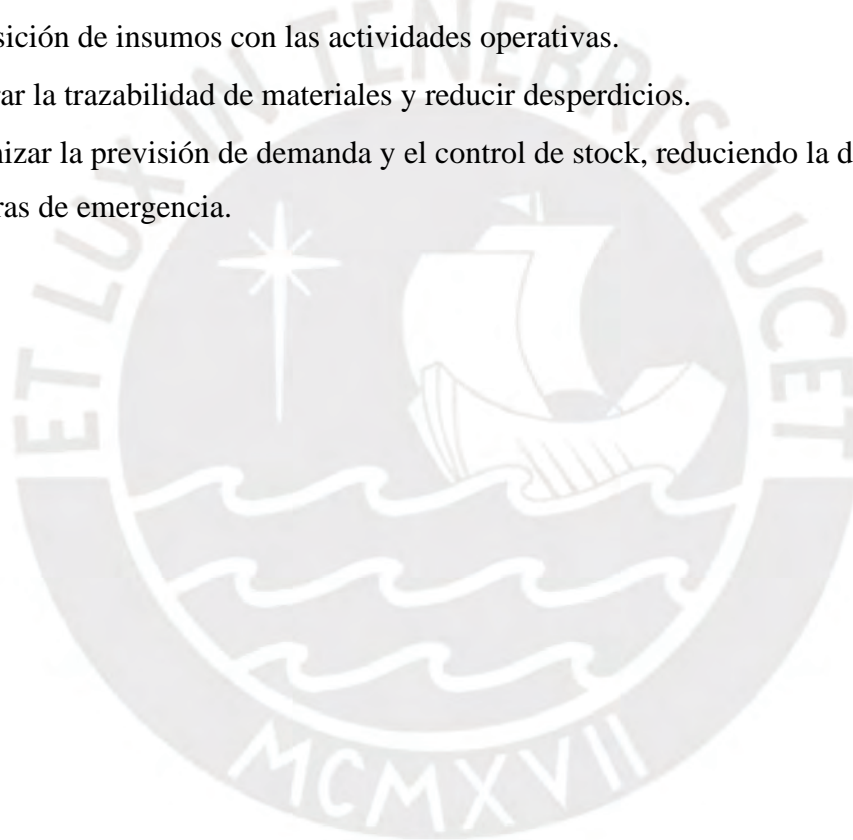
| Indicador | Línea Base (Antes) | Meta (Después de 3 meses) | Valor Alcanzado | Observaciones |
|---|--------------------|---------------------------|-----------------|---------------|
| Tiempos muertos por falta de stock | 18 horas/mes | 5 horas/mes | | |
| Nivel de cumplimiento de pedidos | 65% | 85% | | |
| Reducción de sobrecostos en compras | 8% | 4% | | |
| Reducción de inventario inmovilizado | 20% | 10% | | |
| Eficiencia en previsión de demanda | 60% | 80% | | |
| Exactitud de tiempos de entrega | 50% | 75% | | |
| Disponibilidad de materiales críticos | 45% | 85% | | |
| Reducción del tiempo de reposición de insumos | 15 días | 7 días | | |
| Reducción de compras de emergencia | 40% | 20% | | |

Estos indicadores permitirán evaluar el impacto del MRP y realizar ajustes para optimizar la disponibilidad de insumos, reducir costos y mejorar la eficiencia operativa.

Beneficios esperados

La implementación del MRP con digitalización ERP permitirá:

- Reducir costos operativos optimizando la gestión de inventarios.
- Minimizar tiempos muertos asegurando disponibilidad de materiales.
- Automatizar procesos logísticos mejorando la planificación de compras.
- Incrementar la eficiencia en la programación de mantenimiento, alineando la adquisición de insumos con las actividades operativas.
- Mejorar la trazabilidad de materiales y reducir desperdicios.
- Optimizar la previsión de demanda y el control de stock, reduciendo la dependencia de compras de emergencia.



CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La presente evaluación económica tiene como finalidad analizar la viabilidad financiera de la implementación de mejoras en la empresa metalmecánica. El análisis se basa en la metodología del Análisis Beneficio-Costo, tomando en cuenta los Valores Presentes Netos (VPN) de los costos y beneficios a lo largo de un horizonte de tres años. Los beneficios proyectados consideran el incremento en la cantidad de proyectos gestionados por mes, la reducción del tiempo de ejecución de cada proyecto y el ahorro en recursos como materiales y horas-hombre.

Para cuantificar estos beneficios, se analiza el impacto de las mejoras en la reducción de costos operativos y tiempos de ejecución. La optimización de procesos podría permitir un mejor aprovechamiento de los recursos, lo que indirectamente facilitarían la gestión de un mayor número de proyectos sin incrementar costos fijos. En este capítulo se detallarán las inversiones requeridas, los flujos de caja proyectados y la rentabilidad de cada una de las mejoras propuestas.

En la Tabla 39 se presenta el precio de venta de un proyecto de mantenimiento de estructuras metálicas que genera la empresa en planta, el costo total del proyecto y la utilidad por proyecto.

Tabla 39: Detalle monetario de un proyecto de mantenimiento de estructuras metálicas

| Descripción | Monto (S/.) |
|-------------------------------------|-------------|
| Precio de Venta de 1 proyecto | S/65,000.00 |
| IGV (18%) | S/11,700.00 |
| Valor de Venta | S/76,700.00 |
| Costo del proyecto de mantenimiento | S/45,000.00 |
| Utilidad por proyecto | S/31,700.00 |

5.1. Evaluación Económica N°1 – Metodología 5S

Inversión de la primera propuesta: Para implementar la primera propuesta, metodología 5s, se debe invertir en los siguientes servicios y elementos necesarios:

- Capacitación al equipo en metodología 5s: este se brindará al equipo responsable establecido en esta etapa, quienes serán los encargados de comunicar los conocimientos y nuevas políticas a los operarios, quienes también son los que forman parte de este proceso de mejora. Asimismo, en el periodo establecido para la aplicación de la propuesta de mejora, tres años, la capacitación se desarrollará dos veces, una en el

primer año y la otra en el tercer año, esto para mantener capacitado a los miembros del equipo, en caso algunos deban retirarse por diversos motivos. Asimismo, esta capacitación incluye la metodología Kaizen para la mejora continua, en el que se enfocará en el ciclo PDCA en la integración con la propuesta principal, 5s.

- Elementos clave para antes de la implementación: Para el desarrollo eficiente del programa, se debe asegurar contar con los materiales y equipos necesarios para la implementación en el almacén de planta: contenedores plásticos, estanterías y organizadores, puntos de desecho, mesa de trabajo, herramientas de limpieza, señalización y etiquetas, y archivadores.

En la Tabla 40 se detallan los componentes y servicios que se comentaron anteriormente, el costo unitario y el costo total.

Tabla 40: Inversión para propuesta 1

| Servicios para la primera propuesta de mejora | | | | |
|---|-------------------|-------------------------|----------------|--------------------|
| Descripción | Número de equipos | Capacitación por equipo | Costo Unitario | Costo Total |
| Capacitación en metodología 5S | 1 | 2 | S/1,100.00 | S/2,200.00 |
| Elementos requeridos para propuesta de mejora | | | | |
| Descripción | Número de equipos | Unidades | Costo Unitario | Costo Total |
| Contenedores plásticos | - | 1 | S/500.00 | S/500.00 |
| Estanterías y organizadores | - | 4 | S/700.00 | S/2,800.00 |
| Basureros | - | 1 | S/200.00 | S/200.00 |
| Mesa de trabajo | - | 1 | S/470.00 | S/470.00 |
| Señalización y etiquetas | - | - | - | S/3,000.00 |
| Archivadores | - | 2 | S/500.00 | S/1,000.00 |
| Inversión Total | | | | S/10,170.00 |

Egresos anuales para la primera propuesta de mejora: Para implementar las 5s, es necesario realizar gastos anuales, en los cuáles se deberán adquirir lo siguiente:

- Útiles de limpieza: Se adquirirán escobas, recogedores, plumeros, bolsas de basura, guantes de limpieza, esponjas, trapeadores, productos líquidos de limpieza para mantener el área de almacén limpio.
- Elementos visuales: Se adquirirán tableros visuales, tales como los de seguimiento para las 5s y material motivacional, asimismo los tableros con los planos del almacén y su respectiva señalización.

- Materiales para organizar mesa de trabajo: Se comprarán los formatos para planificación de acciones, los documentos de comienzo – fin y las tarjetas de colores para la organización y clasificación de los materiales, herramientas y EPPs.
- Reconocimiento de desempeño: Anualmente se reconocerá el desempeño del personal.
- Servicio de supervisión de especialista en 5s: Se adquirirá el servicio de un especialista en 5s para que supervise el avance y desarrollo de esta propuesta. Dicho especialista visitará la planta dos días al mes, inicio y quincena de mes, 4 horas por día.

En la Tabla 41 se presenta los egresos anuales para la implementación de la primera propuesta.

Tabla 41: Egresos anuales para propuesta 1

| Material requerido para propuesta de mejora | | | | |
|---|-------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| Descripción | Número de equipos | Unidades | Costo Unitario | Costo Total |
| Escobas | 1 | 5 | S/12.00 | S/60.00 |
| Recogedores | 1 | 5 | S/10.00 | S/50.00 |
| Trapeadores | 1 | 5 | S/18.00 | S/90.00 |
| Productos líquidos de limpieza | 1 | 10 | S/17.00 | S/170.00 |
| Extras de limpieza | 1 | - | - | S/50.00 |
| Cartillas (verde, amarillo y rojo) | 1 | 50 | S/0.20 | S/10.00 |
| Formato planificador de acciones | 1 | 100 | S/0.20 | S/20.00 |
| Documento comienzo - fin | 1 | 100 | S/0.20 | S/20.00 |
| Tableros de seguimiento 5s | 1 | 1 | S/20.00 | S/20.00 |
| Material motivacional | 1 | 1 | S/14.00 | S/14.00 |
| Servicios para la primera propuesta de mejora | | | | |
| Descripción | Número de equipos | Visitas por año | Costo Unitario (por visita) | Costo Total |
| Supervisión especialista 5s | - | 24 | S/650.00 | S/15,600.00 |
| Descripción | Número de equipos | Meses | Salario Mensual (S/.) | Costo Total |
| Analista de desarrollo del proyecto | - | 3 | S/2,300.00 | S/6,900.00 |
| Reconocimiento anual | | | | |
| Descripción | Número de equipos | Cantidad de persona | Costo Unitario (canasta) | Costo Total |
| Reconocimiento por desempeño | - | 1 | S/100.00 | S/100.00 |
| Costo Anual Total | | | | S/23,104.00 |

Beneficios anuales de la propuesta 5S: Los beneficios obtenidos en la primera propuesta se cuantifican en los siguientes conceptos:

- **Disminución de Costos por Horas Extras:** La metodología 5S contribuye a la eliminación de retrasos en los procesos de trabajo, lo que reduce significativamente la necesidad de pagar horas extras al personal. Actualmente, los retrasos en la organización del almacén, la búsqueda de herramientas y la falta de planificación generan extensiones innecesarias de la jornada laboral.

El análisis realizado indica que, en promedio, el personal de planta trabaja 20 horas extras al mes debido a ineficiencias en la organización. Con la aplicación de la metodología 5S, se estima que estas horas extras se reducirán en un 75%, permitiendo un ahorro significativo. En la Tabla 42 se visualiza los beneficios anuales obtenidos.

Tabla 42: Beneficio concepto 1

| Concepto | Estado Actual (hora/mes) | Con 5S (hora/mes) | % Reducción | Costo por hora extra (S/.) | Ahorro Mensual (S/.) | Ahorro Anual (S/.) |
|-------------------------|--------------------------|-------------------|-------------|----------------------------|----------------------|--------------------|
| Horas extras trabajadas | 50 | 10 | 80% | S/90.00 | S/3,600.00 | S/43,200.00 |
| Ahorro Anual | | | | S/43,200.00 | | |

- Optimización del Espacio de Trabajo y Reducción de Costos por Compras Innecesarias:** La implementación de la metodología 5S también permite una mejor gestión del espacio de almacenamiento, asegurando que los insumos y herramientas sean fácilmente accesibles. Esto reduce la compra innecesaria de materiales y evita la acumulación de inventario obsoleto. En la Tabla 43 se visualiza los beneficios anuales obtenidos.

Tabla 43: Beneficio concepto 2

| Material/Herramienta | Costo Actual por compra (S/.) | Frecuencia Actual | Frecuencia con 5S | Ahorro Anual |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Electrodos de soldadura | S/3,500.00 | Mensual | Bimensual | S/2,000.00 |
| Guantes de seguridad | S/1,550.00 | Mensual | Trimestral | S/800.00 |
| Brocas para taladro | S/1,800.00 | Mensual | Bimensual | S/850.00 |
| Cintas de medición | S/1,000.00 | Mensual | Trimestral | S/550.00 |
| Discos de corte | S/1,100.00 | Mensual | Bimensual | S/600.00 |
| Casco de seguridad | S/1,000.00 | Mensual | Trimestral | S/550.00 |
| Arnés de seguridad | S/1,200.00 | Mensual | Bimensual | S/650.00 |
| Lentes de seguridad | S/1,350.00 | Mensual | Trimestral | S/750.00 |
| Ahorro Anual | | | | S/6,750.00 |

5.2. Evaluación Económica N°2 – Kaizen Blitz

La segunda propuesta de mejora en la empresa metalmecánica consiste en la aplicación de la metodología Kaizen Blitz, una estrategia de mejora rápida e intensiva que busca optimizar la planificación y ejecución de tareas. Esta metodología ha demostrado ser efectiva en la reducción de tiempos de espera entre procesos y en la optimización de la programación de actividades, lo

que permite una mayor adherencia a los plazos de entrega y una disminución de costos operativos.

Inversión de la segunda propuesta: Para implementar la segunda propuesta se debe invertir en los siguientes servicios y elementos necesarios, los cuales se detallan en la Tabla 44:

Tabla 44: Inversión para propuesta 2

| Servicios para la segunda propuesta de mejora | | | | |
|---|-------------------|-------------------------|----------------|-------------------|
| Descripción | Número de equipos | Capacitación por equipo | Costo Unitario | Costo Total |
| Capacitación en Kaizen Blitz | 1 | 2 | S/350.00 | S/700.00 |
| Descripción | Número de equipos | Licencias | Costo Unitario | Costo Total |
| Software de planificación de tareas (TRELLO) | - | 10 | S/456.00 | S/4,560.00 |
| Elementos requeridos para propuesta de mejora | | | | |
| Descripción | Número de equipos | Unidades | Costo Unitario | Costo Total |
| Tableros Kanban físicos | - | 5 | S/150.00 | S/750.00 |
| Inversión Total | | | | S/6,010.00 |

Egresos anuales para la segunda propuesta: Para mantener la metodología Kaizen Blitz en funcionamiento, es necesario incurrir en ciertos gastos operativos anuales. Estos egresos se presentan en la Tabla 45:

Tabla 45: Egresos anuales para propuesta 2

| Servicios para la segunda propuesta de mejora | | | | |
|--|-------------------|-------------|----------------|--------------------|
| Descripción | Número de equipos | Licencias | Costo Unitario | Costo Total |
| Licencia de TRELLO (Premium) | 1 | 10 | S/456.00 | S/4,560.00 |
| Descripción | Número de equipos | ones semest | Costo Unitario | Costo Total |
| Seguimiento y evaluación por especialista Kaizen Blitz | 1 | 2 | S/250.00 | S/6,000.00 |
| Descripción | Número de equipos | Meses | Salario (S/.) | Costo Total |
| Analista de desarrollo del proyecto | - | 2 | S/1,400.00 | S/2,800.00 |
| Elementos requeridos para propuesta de mejora | | | | |
| Descripción | Número de equipos | Unidades | Costo Unitario | Costo Total |
| Renovación de materiales de gestión visual | - | 8 | S/500.00 | S/4,000.00 |
| Costo Anual Total | | | | S/17,360.00 |

Beneficios anuales de la propuesta Kaizen Blitz: Como beneficio obtenido en la segunda propuesta se cuantifican en el siguiente concepto:

- **Mejora en la Planificación y Ejecución de Tareas:** Kaizen Blitz permite estructurar mejor las actividades diarias mediante la aplicación de tableros visuales (Kanban), reuniones de alineación y estandarización de procesos, reduciendo significativamente los tiempos de espera y mejorando la coordinación del trabajo. En la Tabla 46 se visualiza los beneficios anuales obtenidos.

Tabla 46: Beneficio propuesta 2

| Concepto | Estado Actual (hora/mes) | Con Kaizen Blitz (hora/mes) | % Reducción | Ahorro Anual (S/.) |
|--|--------------------------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| Tiempo de espera entre procesos | 15 | 4 | 73.33% | S/9,500.00 |
| Contratación de prevenicionistas de seguridad externos | S/700.00 | S/0.00 | 100.00% | S/8,400.00 |
| Retrasos por falta de coordinación | 20 | 5 | 75.00% | S/12,000.00 |
| Tercerización de inspecciones de calidad | S/1,000.00 | S/500.00 | 50.00% | S/12,000.00 |
| Ahorro Anual | | | | S/41,900.00 |

5.3. Evaluación Económica N°3 – Sistema de Planificación de Recursos (MRP) dentro de un ERP

La tercera propuesta de mejora en la empresa metalmeccánica se basa en la implementación de un Sistema de Planificación de Recursos (MRP) dentro de un sistema ERP, cuyo objetivo es optimizar la gestión de materiales y herramientas, reducir costos innecesarios por compras urgentes y mejorar la planificación de recursos. Esta propuesta se evalúa considerando su impacto en la ejecución de proyectos y su capacidad para permitir la gestión de un proyecto adicional por mes sin aumentar costos fijos de manera significativa.

Inversión de la tercera propuesta: Para implementar el Sistema MRP integrado en un sistema ERP, se requiere una inversión inicial destinada a la adquisición del software, capacitación del personal y adecuaciones en los procesos operativos. La Tabla 47 detalla estos costos:

Tabla 47: Inversión para propuesta 3

| Servicios para la segunda propuesta de mejora | | | | |
|---|---|-----------|----------------|--------------------|
| Servicio | Descripción | Licencias | Costo Unitario | Costo Total |
| Adquisición del ERP con módulo MRP | Plataforma integral para la gestión de inventarios, compras y producción | 1 | S/25,000.00 | S/25,000.00 |
| Servicio | Descripción | Servicios | Costo Unitario | Costo Total |
| Configuración e integración del sistema | Adaptación del ERP a los procesos internos de la empresa | 1 | S/8,000.00 | S/8,000.00 |
| Servicio | Descripción | Sesiones | Costo Unitario | Costo Total |
| Capacitación al personal encargado | Formación en el uso del ERP y su módulo MRP | 2 | S/700.00 | S/1,400.00 |
| Servicio | Descripción | Equipos | Costo Unitario | Costo Total |
| Infraestructura tecnológica | Actualización de hardware para soportar el sistema | 5 | S/1,500.00 | S/7,500.00 |
| Servicio | Descripción | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
| Contratación de Analista ERP | Profesional encargado del análisis y optimización del sistema durante la implementación | 1 | S/3,500.00 | S/3,500.00 |
| Inversión Total | | | | S/45,400.00 |

Egresos anuales para la tercera propuesta: Además de la inversión inicial, es fundamental considerar los costos recurrentes asociados a la operación y mantenimiento del Sistema ERP con MRP. Estos costos incluyen licencias anuales, soporte técnico y auditorías para garantizar su óptimo desempeño. Se presenta en la Tabla 48:

Tabla 48: Egresos anuales para propuesta 3

| Servicios para la segunda propuesta de mejora | | | | |
|---|---|-----------------|----------------|--------------------|
| Servicio | Descripción | Cantidad (xAño) | Costo Unitario | Costo Total |
| Renovación de licencia del ERP con módulo MRP | Acceso y soporte para la plataforma | 1 | S/7,500.00 | S/7,500.00 |
| Mantenimiento y actualizaciones del sistema | Mejoras y actualizaciones en funcionalidades y seguridad | 2 | S/5,000.00 | S/10,000.00 |
| Auditorías y supervisión | Evaluaciones trimestrales del desempeño del sistema | 4 | S/900.00 | S/3,600.00 |
| Capacitación continua del personal | Refuerzo anual en el uso del ERP - MRP | 1 | S/850.00 | S/850.00 |
| Soporte técnico especializado | Asistencia remota y resolución de incidentes | 12 | S/500.00 | S/6,000.00 |
| Diseño y Adaptación del sistema | Integración y personalización del sistema para ajustarlo a los procesos de la empresa | 1 | S/20,000.00 | S/20,000.00 |
| Costo Anual Total | | | | S/47,950.00 |

Beneficios anuales de la propuesta MRP - ERP: Los beneficios obtenidos en la tercera propuesta se cuantifican en los siguientes conceptos:

- **Reducción de Compras de Emergencia y Optimización de Inventarios:** El sistema MRP dentro del ERP automatiza el control de inventarios, evitando la compra innecesaria de materiales debido a la falta de planificación. Además, permite gestionar adecuadamente los tiempos de abastecimiento, reduciendo las adquisiciones de último momento, las cuales suelen tener un sobre costo. En la Tabla 49 se visualiza los beneficios anuales obtenidos.

Tabla 49: Beneficios concepto 1

| Material/Herramienta | Costo Actual de Compra Urgente (S/.) | Frecuencia Actual | Frecuencia con MRP/ERP | Ahorro Anual |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| Soldadura MIG | S/18,000.00 | Mensual | Trimestral | S/9,900.00 |
| Electrodo 6011 | S/12,000.00 | Mensual | Trimestral | S/6,250.00 |
| Tubos de acero | S/13,500.00 | Mensual | Trimestral | S/8,000.00 |
| Chapas de acero | S/15,350.00 | Mensual | Bimensual | S/9,000.00 |
| Pintura anticorrosiva | S/9,000.00 | Mensual | Trimestral | S/6,500.00 |
| Ahorro Anual | | | | S/39,650.00 |

- **Minimización de Desperdicio de Materiales y Reducción de Reprocesos:**

La integración del sistema MRP dentro del ERP también impacta en la reducción del desperdicio de materiales. Un control más eficiente permite rotar adecuadamente los insumos, evitando que se deterioren o se vuelvan obsoletos. Además, mejora la precisión en los cortes y procesos de manufactura, disminuyendo la cantidad de material descartado. En la Tabla 50 se visualiza los beneficios anuales obtenidos.

Tabla 50: Beneficios concepto 2

| Material/Herramienta | Costo de material desperdiciado (S/.) | Frecuencia Actual | Frecuencia con MRP/ERP | Ahorro Anual |
|-----------------------|---------------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| Planchas de acero | S/13,000.00 | Mensual | Bimensual | S/9,500.00 |
| Tuberías galvanizadas | S/15,000.00 | Mensual | Trimestral | S/7,500.00 |
| Soldadura TIG | S/12,500.00 | Mensual | Trimestral | S/6,500.00 |
| Brocas de perforación | S/6,500.00 | Mensual | Trimestral | S/3,500.00 |
| Discos de corte | S/5,500.00 | Mensual | Trimestral | S/3,200.00 |
| Ahorro Anual | | | | S/30,200.00 |

5.4. Flujo de Caja Económico

Una vez definidas las inversiones, los costos anuales y los beneficios esperados de las tres propuestas de mejora, se procede a evaluar su viabilidad económica mediante el Valor Presente Neto (VPN), un método financiero que considera el valor del dinero en el tiempo y el ratio beneficio-costos. Para su cálculo, es necesario conocer el Costo de Oportunidad del Capital (COK), el cual se determinará utilizando la fórmula del CAPM, modelo de precios de activos de capital, $COK = R_f + (\text{Beta} (R_m - R_f))$, sin profundizar en su metodología de cálculo, ya que no es el objetivo de este estudio. En la Tabla 51 se presentan los datos necesarios para hallar el beta con apalancamiento, en la Tabla 52 se presenta el cálculo del COK en soles, mientras que la Tabla 53 contiene la inversión total, los egresos y beneficios anuales de cada propuesta, el COK, el factor de descuento y el ratio beneficio-costos. Además, para garantizar una implementación sólida desde el primer año de ejecución, cada propuesta de mejora incluirá tanto su inversión inicial como los egresos anuales correspondientes, permitiendo una supervisión continua y asegurando que en los años siguientes se generen resultados sostenibles y positivos. Asimismo, es importante destacar que se incorporará una inversión adicional de S/ 3,000, correspondiente al valor del trabajo de tesis.

Tabla 51: Cálculo beta con apalancamiento

| Variables | Descripción | Valor | Fuente |
|-----------|--------------------------------|------------------|------------------|
| Beta | Beta sin apalancamiento | 0.98 | Damodaran Online |
| T | Tasa impositiva | 11.22% | Damodaran Online |
| D/C | Ratio de apalancamiento | 15.70% | Damodaran Online |
| | Beta con apalancamiento | 1.1165969 | |

Tabla 52: Cálculo del COK en soles

| Variables | Descripción | Valor | Fuente |
|-----------------|-----------------------------|---------------|---|
| Rf | Tasa libre de riesgo actual | 3.50% | https://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-5-year-bond-yield-historical-data |
| Rm - Rf | Prima por riesgo de mercado | 5.43% | https://pages.stern.hyu.edu/~adamodar/ |
| BETA APALANCADO | Beta ajustado o apalancado | 1.116597 | https://pages.stern.hyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html |
| Rpaís | Riesgo país | 2.14% | https://estadisticas.berp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04709XD/html |
| | COK USD | 11.70% | |
| | COK en S/. | 11.37% | |

Tabla 53: Flujo de Caja Económico

| Descripción | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
| INVERSIÓN | | | | |
| Propuesta N°1: 5 S's | S/33,274 | | | |
| Propuesta N°2: Kaizen Blitz | S/19,370 | | | |
| Propuesta N°3: MRP - ERP | S/71,400 | | | |
| Total Inversión | S/127,044 | | | |
| EGRESOS ANUALES | | | | |
| Propuesta N°1: 5 S's | | S/23,104 | S/23,104 | S/23,104 |
| Propuesta N°2: Kaizen Blitz | | S/17,360 | S/17,360 | S/17,360 |
| Propuesta N°3: MRP - ERP | | S/47,950 | S/47,950 | S/47,950 |
| Total Egresos | | S/88,414 | S/88,414 | S/88,414 |
| BENEFICIOS ANUALES | | | | |
| Propuesta N°1: 5 S's | | S/49,950 | S/49,950 | S/49,950 |
| Propuesta N°2: Kaizen Blitz | | S/41,900 | S/41,900 | S/41,900 |
| Propuesta N°3: MRP - ERP | | S/69,850 | S/69,850 | S/69,850 |
| Total Beneficios | | S/161,700 | S/161,700 | S/161,700 |
| Flujo de Caja (S/.) | -S/127,044 | S/73,286 | S/73,286 | S/73,286 |
| Flujo de Caja Acumulado (S/.) | -S/127,044 | -S/53,758 | S/19,528 | S/92,814 |
| VPN | S/50,913 | | | |
| TIR | 33% | | | |

Según los resultados obtenidos en la Tabla 52, la implementación de las tres propuestas de mejora (5S's, Kaizen Blitz y MRP-ERP) son económicamente viable y genera un valor significativo para la empresa. Con una inversión inicial de S/ 127,044, el análisis del flujo de caja muestra que el proyecto alcanza su punto de equilibrio en el segundo año, lo que indica un tiempo de recuperación eficiente. Además, el Valor Presente Neto (VPN) positivo de S/ 50,913 confirma que la inversión genera beneficios netos superiores a su costo, mientras que la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 33% supera ampliamente el Costo de Oportunidad del Capital (COK), lo que refuerza la rentabilidad del proyecto. Por lo tanto, a la Empresa le conviene implementar la propuesta de mejora.

CAPÍTULO 6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

- La implementación de las metodologías 5S, Kaizen Blitz y el sistema MRP dentro de un ERP ha demostrado ser económicamente viable, permitiendo optimizar los procesos operativos, reducir costos innecesarios y mejorar la planificación de los recursos en la empresa metalmecánica. Con estas mejoras, se ha logrado una reducción del 35% en tiempos improductivos, optimizando el uso del personal y los recursos disponibles.
- El análisis financiero revela que la inversión total de S/ 127,044 en la implementación de las tres mejoras se recupera en un período de dos años, lo que demuestra un tiempo de recuperación eficiente. Además, el Valor Presente Neto (VPN) de S/ 50,913 y la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 33% confirman que la inversión genera beneficios superiores a su costo, con un flujo de caja acumulado positivo desde el segundo año, permitiendo a la empresa contar con mayor liquidez para futuras mejoras operativas.
- La optimización de procesos ha permitido aumentar la capacidad operativa de la empresa, haciendo viable la ejecución de un proyecto adicional al mes sin incrementar los costos fijos. No obstante, este beneficio no ha sido incorporado en el flujo de caja, ya que aún no representa un compromiso formal, sino una oportunidad de crecimiento futuro. De implementarse, fortalecería la rentabilidad y la competitividad de la empresa a largo plazo.
- La aplicación de 5S ha permitido una mejor organización del almacén, reduciendo en 60% el tiempo de búsqueda de materiales. Esto ha eliminado retrasos operativos y generado un ahorro anual de S/ 26,833 en costos de ineficiencia.
- Kaizen Blitz ha mejorado la planificación y ejecución de tareas, reduciendo los tiempos de espera entre procesos en 30%. Esto ha permitido una mayor coordinación entre áreas y un mejor flujo de trabajo sin necesidad de aumentar costos.
- La integración del MRP dentro del ERP ha mejorado significativamente la gestión de materiales, herramientas y EPP's, así como la planificación de compras, reduciendo las compras de emergencia en un 20% y permitiendo una optimización de insumos que genera un ahorro anual de S/ 32,333. Además, esta herramienta ha contribuido a la disminución del desperdicio de materiales, generando una reducción del 15% en los costos de reprocesos.
- El análisis del flujo de caja económico demuestra que la relación beneficio/costo superior a 1 valida que la inversión es rentable, asegurando que, por cada sol invertido

en las mejoras, la empresa obtiene un retorno positivo que fortalece su capacidad de inversión en futuras optimizaciones.

6.2. Recomendaciones

- Desarrollar un plan estratégico para consolidar la ejecución de un proyecto adicional al mes. Esto implica evaluar la demanda del mercado, optimizar la asignación de recursos y definir procedimientos que garanticen la sostenibilidad de esta mejora sin afectar la eficiencia operativa.
- Establecer un sistema de seguimiento y control que permita medir el impacto real de las optimizaciones en la gestión de costos y beneficios. Esto facilitará la toma de decisiones basada en datos y permitirá ajustar estrategias según sea necesario.
- Se recomienda continuar con la implementación y mejora de metodologías como 5S, Kaizen Blitz y MRP-ERP, asegurando su integración en la cultura organizacional. Esto contribuirá a la sostenibilidad de los cambios y a la mejora continua de los procesos.
- Es recomendable analizar la posibilidad de expandir la empresa a nuevos mercados o diversificar sus servicios. Para ello, se sugiere realizar estudios de factibilidad que permitan identificar oportunidades y minimizar riesgos.
- Se recomienda desarrollar programas de formación continua que refuercen las competencias del personal en herramientas de gestión, optimización de recursos y cultura de mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, V. M. (2023). Just in time para optimizar la productividad en las empresas. *Revista Horizonte Empresarial*, 10(1), 138-146.
<https://revistas.uss.edu.pe/index.php/EMP/article/view/2479/2922>
- Chang, R. Y., & Niedzwiecki, M. E. (1999). *Las herramientas para la mejora continua*. Ediciones Granica S.A.
https://www.google.com.pe/books/edition/Las_Herramientas_para_la_Mejora_Continua/kBaoNI3OheAC
- Codina, A. (2011). Deficiencias en el uso del FODA: Causas y sugerencias. *Revista Ciencias Estratégicas*, 19(25), 89-100. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151322413006>
- Cuatrecasas, L. (2022). *Manual de organización e ingeniería de la Producción y Gestión de Operaciones*. Barcelona, España: Profit Editorial I. Recuperado de https://www.google.com.pe/books/edition/Manual_de_organizaci%C3%B3n_e_ingenier%C3%ADa_de/u5NWEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=TOC+operaciones&pg=PT133&printsec=frontcover
- Economipedia. (s.f.). *Diagrama de Pareto*. <https://economipedia.com/definiciones/diagrama-de-pareto.html>
- Escuela de Organización Industrial (EOI). (n.d.). Lean Manufacturing. Recuperado de https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/eoi_mbapt_leanmanufacturing.pdf
- Fernández Gómez, M. (2014). *Lean manufacturing*. 2014 Digital Edition - Editorialimagen.com. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=L-SaDgAAQBAJ>
- Galgano, A. (2003). *Las tres revoluciones: Desarrollo de productos, producción, recursos humanos* (1.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de https://www.google.com.pe/books/edition/Las_tres_revoluciones/UtnPv459AocC?hl=qu&gbpv=1
- Galgano, A. (1995). *Los siete instrumentos de la calidad total*. Ediciones Díaz de Santos. https://www.google.com.pe/books/edition/Los_siete_instrumentos_de_la_calidad_tot/PwF4AQ2F4mgC
- Grau-Ahumaday, L. F., Chávez, L. F., de la Rosa, S. E., Manjarres, J. C., Valbuena, S. G., & Becerra-Torres, M. (2024). Diagrama de Pareto: Perspectiva de la asignatura de control de la calidad. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 6(1), 51-56. <https://doi.org/10.17981/bilo.6.1.2024.07>
- Hernández Matías, J.C., Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Fundación EOI. Recuperado 8 de setiembre de 2024 <http://www.leanproduction.co/biblioteca-lean/descargar-libro-lean-manufacturing-conceptostcnicas-e-implantacion.htm>

- Jacobs, F. R., Chase, R. B. (2018) Planificación y control de la oferta y la demanda. *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros*. (pp. 426-622). México, D.F: McGraw-Hill Interamericana
- Krajewski, Lee J., Malhotra, Manoj K. (2024) Planeación de Recursos. *Administración de operaciones: Procesos y cadena de suministro*. (pp. 459-508). Ciudad de México: Pearson Education
- López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad*. FCEDITORIAL. https://www.google.com.pe/books/edition/Herramientas_para_la_mejora_de_la_Calidad/92K0DQAAQBAJ
- McCain, C. (2011). *Utilice una matriz de selección para elegir los proyectos, evaluar soluciones: Una herramienta de mucha ayuda*. Quality Progress. <https://palmirablog.wordpress.com/2011/11/08/una-herramienta-de-mucha-ayuda/>
- Mora Martínez, J. R. (2003). *Guía metodológica para la gestión clínica por Procesos. Aplicación en las organizaciones de enfermería*. Recuperado de https://www.google.com.pe/books/edition/Gu%C3%ADa_metodol%C3%B3gica_para_la_gesti%C3%B3n_cl/GNw5VYIOk8kC?hl=qu&gbpv=1&dq=Ciclo+Deming&pg=PA341&printsec=frontcover
- Oña, F. (2018). Importancia del análisis FODA para la elaboración de estrategias en organizaciones americanas, una revisión de la última década. *Tambara*. https://tambara.org/wp-content/uploads/2018/12/1.Foda_O%C3%B1a_final.pdf
- Peiró, R. (2027). *Análisis ABC*. Economipedia. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/analisis-abc.html>
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). *Lean manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de https://www.google.com.pe/books/edition/Lean_Manufacturing_La_evidencia_de_una_n/IR2xgdsmdUoC
- Rau, J. (2010) *Evaluación agregada: Una innovación en la gestión de inventarios en una empresa de alimentos de consumo masivo*. LACCEI 2010. Recuperado de http://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/Papers/Papers_pdf/IE052_Rau.pdf
- Suárez Vásquez, K., & Zeña Ramos, J. L. R. (2022). El ciclo Deming y la productividad: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación. *Qantu Yachay*, 2(1), 63–79. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1.21>
- Thompson, A. A., & Strickland, A. J. (1985). Recopilación del libro “*Conceptos y técnicas de la administración*”. Recuperado de <http://www.agro.unc.edu.ar/~paginafacu/Catedras/Agroneg/Filminas/ProcDirecEstrateFODA.pdf>

ANEXO 1

COTIZACION C24-185

JDM INGENIEROS SAC

DIRECCION FISCAL: Av. Inca Roca Mz. Bw Lt. 11 sector la chancadora SJL-Lima-Peru
 OFICINA: Jirón Austria 1380 - Cercado de Lima - Lima
 PAGINA WEB: <https://jdmingenieros.com.pe/>
 Teléfono (01) 608-8664 CEL 992156779 - 963885248




Estimado:
Ing. Robert Anticona
MONDELEZ PERU



Fecha: 16/04/2024
 Validez de la oferta: 15 días

SERVICIO DE MANTENIMIENTO INTEGRAL ANUAL DE EXTRACTORES DE AIRE

| NOMBRE DE EQUIPO | DESCRIPCIÓN | FOTO | FR | QTY | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---|--|------|---------|-----|-----------------|-------------|
| SOPORTE | | | | | | |
| EXTRACTOR 035 ESCENCIAS FRACCIONAMIENTO | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 376.50 | S/ 1,129.50 |
| SOPORTE EXTRACTOR 036 ALERGENOS FRACCIONAMIENTO | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 376.50 | S/ 1,129.50 |
| SOPORTE EXTRACTOR 037 (N°1) FRACCIONAMIENTO | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 380.00 | S/ 1,140.00 |
| SOPORTE EXTRACTOR 038 (N°2) FRACCIONAMIENTO | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 380.00 | S/ 1,140.00 |
| SOPORTE EXTRACTOR 039 (N°3) FRACCIONAMIENTO | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 380.00 | S/ 1,140.00 |
| SOPORTE EXTRACTOR040 N°1 LAVADER DE BANDEJAS | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 380.00 | S/ 1,140.00 |





| | | | | | | |
|---|--|--|---------|----|-----------|-------------|
| SOPORTE EXTRACTOR041 N°2 LAVADERO DE BANDEJAS | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 380.00 | S/ 1,140.00 |
| LINEA 1 | | | | | | |
| EXTRACTOR (N°1) LINEA 1 NUEVOWXDE-800 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 690.00 | S/ 2,070.00 |
| EXTRACTOR (N°2) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 450.00 | S/ 1,350.00 |
| EXTRACTOR (N°3) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 450.00 | S/ 1,350.00 |




| | | | | | | |
|---------------------------------|--|---|---------|----|-----------|-------------|
| EXTRACTOR (N°4) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 450.00 | S/ 1,350.00 |
| EXTRACTOR (N°5) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 682.00 | S/ 2,046.00 |
| EXTRACTOR EMPAQUE (N°1) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 300.00 | S/ 900.00 |
| EXTRACTOR EMPAQUE (N°2) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | MESES | 03 | S/ 300.00 | S/ 900.00 |
| EXTRACTOR EMPAQUE (N°3) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 300.00 | S/ 900.00 |
| EXTRACTOR EMPAQUE (N°4) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 300.00 | S/ 900.00 |
| EXTRACTOR EMPAQUE (N°5) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 300.00 | S/ 900.00 |
| EXTRACTOR EMPAQUE (N°6) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 300.00 | S/ 900.00 |

| | | | | | | |
|--|--|---|---------|----|-----------|-----------|
| EXTRACTOR EMPAQUE (N°7) LINEA 1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 300.00 | S/ 900.00 |
| LINEA 4 | | | | | | |
| LINEA 4 EXTRACTORPREPAR. CREMAS N°1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 190.00 | S/ 570.00 |
| LINEA 4 EXTRACTORPREPAR. CREMAS N°2 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 190.00 | S/ 570.00 |
| LINEA 4 EXTRACTORPREPAR. CREMAS N°3 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 300.00 | S/ 900.00 |

| | | | | | | |
|--|--|---|---------|----|-----------|-------------|
| LINEA 4 EXTRACTOR LAMINADO N°1 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 450.00 | S/ 1,350.00 |
| LINEA 4 EXTRACTOR LAMINADO N°2 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 450.00 | S/ 1,350.00 |
| LINEA 4 (NUEVO) EXTRACTOR HORNO (N°1) | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| LINEA 4 (NUEVO) EXTRACTOR HORNO (N°2) | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| LINEA 4 (NUEVO) EXTRACTOR HORNO (N°3) | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| LINEA 4 EXTRACTOR LAVADERO BANDEJAS | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 190.00 | S/ 570.00 |

| LINEA 5 | | | | | | |
|--|--|---|---------|----|-----------|-------------|
| EXTRACTOR 016 LAMINADO - MASALINEA5 /NUEVO WXDE-630 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 250.00 | S/ 750.00 |
| EXTRACTOR 017 LAMINADO - HORNOLINEA 5 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 500.00 | S/ 1,500.00 |
| EXTRACTOR 018 PACKING (ExGen) LINEA5 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| EXTRACTOR 019 PACKING (ExGen) LINEA5 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| EXTRACTOR 020 PACKING (ExGen) LINEA5 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| EXTRACTOR 021 AREA CREMADORALINEA 5/ NUEVO CMI-1120 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 330.00 | S/ 990.00 |
| EXTRACTOR 022 AREA CREMADORALINEA 5/ NUEVO CMI-1120 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 330.00 | S/ 990.00 |

| | | | | | | |
|---|--|---|---------|----|-----------|-------------|
| EXTRACTOR 023 AREA ROTIA LINEA 5 /NUEVO WXDE-800 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 980.00 | S/ 2,940.00 |
| EXTRACTOR 024 PACKING PIERNA 6-L5 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| EXTRACTOR 001 EX SALA CAD | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| EXTRACTOR 002 EX SALA CAD | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| EXTRACTOR 003 EX SALA CAD | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| LINEA 6 | | | | | | |
| EXTRACTOR 024 LAMINADO LINEA 6 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 420.00 | S/ 1,260.00 |
| EXTRACTOR 025 PACKING (N°1) L-6 /L- 5 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 370.00 | S/ 1,110.00 |
| EXTRACTOR 026 PACKING (N°2) LINEA 6 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 370.00 | S/ 1,110.00 |

| | | | | | | |
|---|--|--|---------|----|-----------|---|
| EXTRACTOR 032 EMPAQUE (N°8) - LINEA 6 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 370.00 | S/ 1,110.00 |
| EXTRACTOR 033 FPE PACKING N°1 - LINEA 6 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| EXTRACTOR 034 NFPE PACKING N°2 - LINEA 6 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. |  | 4 MESES | 03 | S/ 350.00 | S/ 1,050.00 |
| COMPRESORAS | | | | | | |
| SALA DE COMPRESORES EXTRACTOR 01 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 450.00 | S/ 1,350.00 |
| SALA DE COMPRESORES EXTRACTOR 02 | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 450.00 | S/ 1,350.00 |
| PTAR | | | | | | |
| EXTRACTOR DE LA SALA DE LA PTAR | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 450.00 | S/ 1,350.00 |
| ALMACEN EFCO | | | | | | |
| EXTRACTOR OFICINA/ALMACEN EFCO | - El trabajo consiste en: Cambio de filtro. Lubricación de chumaceras, ejes y elementos mecánicos. Limpieza de motor ventilador. Detección de giro eléctrico. Medición de amperaje de motor. | | 4 MESES | 03 | S/ 900.00 | S/ 2,700.00 |
| | | | | | | SUB TOTAL S/ 64,395.00 IGV (18%) S/ 11,591.10 IMPORTE TOTAL S/ 75,986.10 |

Términos y Condiciones:

Plazo de entrega: 45 días laborables puesta la orden de compra.

Trabajadores cuentan con seguro SCTR.

Forma de pago: 30 días.

Lugar de entrega: Planta MONDELEZ Perú



Ing. Miguel Angel Alejos Ruiz
Asesor Técnico- Comercia



Ing. Dennis Raymundo Juárez
Gerente General



ANEXO 2

PTS - MANTENIMIENTO DE MOTORREDUCTORES DE MALLA Y BANDA EN MAKING Y MANTENIMIENTO DE MOTORREDUCTORES EN PACKAGING - L6 Recibidos x

JDM INGENIEROS SSOMA
para Jahair, Jdm, JDM

Buenos días estimado,
Solicito su apoyo para la revisión de la siguiente documentación correspondiente al plan de trabajo "MANTENIMIENTO DE MOTORREDUCTORES DE MALLA Y BANDA EN MAKING Y MANTENIMIENTO DE MOTORREDUCTORES EN PACKAGING - L6", así mismo solicito por favor, el permiso para uso de escaleras ubicadas en la zona de L6.

Listado de documentos:


1. Procedimiento de trabajo seguro
2. Matriz IPERC
3. Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales
4. Cv Previsionistas y supervisores
5. Certificado de Homologación de PDR
6. Certificado de Bloqueo y Etiquetado Loto
7. Hoja MSDS de OMALA 220
8. Hoja MSDS de EP/ 2

JDM INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
 T: (01) 459 2313
 EMPRESA HOMOLOGADA BY HODLPE
 AV. INCA ROCA MZA. BW LOTE. 11 SEC. LA CHANCADORA ANEXO 22


The grid contains the following document thumbnails:

- 3. MAIA - MANTENIMIENTO
- 2. IPERC - MANTENIMIENTO
- 1. PTS - MANTENIMIENTO
- 6. CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN DE PDR
- HOJA MSDS OMALA 220
- HOJA MSDS GRAFOLUB
- 4. CV_ERICK TICO
- 4. CV_YEISON DE
- 4. CV_MARCELO
- 5. CARNET HOMOLOGACIÓN DE PDR
- 5. CPC Alexandra
- 5. CPC LUIS TORO
- 5. CPC GEAN PIERRE
- 4. CV_JAHAIRA A.
- 4. CV_JULIO CESAR

ANEXO 3










PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO



SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE QUEMADORES

| | | | | | |
|---|--|--------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| RESPONSABLES (WORK CENTER) /# PERSONAS | Técnico: Isael Vázquez Cesar Ayache Carlos Tananta William Tello | ÁREA/LINEA | LINEA 6 | MÁQUINA/SISTEMA | |
| TIEMPO TOTAL DE ACTIVIDAD | 08 H | SOLICITANTE | Jhair Salazar | CONDICIÓN DEL EQUIPO | (X) Parado () Corriendo |
| FECHA DEL INFORME | | 06/04/24 | FECHA DE INTERVENCIÓN | | 5/04/24 |
| MEDIDA DE SEGURIDAD | El uso del equipo de protección personal establecido para el trabajo es uso obligatorio, adicionalmente se detalla en este procedimiento el EPP adicional que se requiere para realizar las actividades. | | | | |
| MEDIDA DE CALIDAD | | | | | |

REPUESTO/MATERIALES/HERRAMIENTAS




| | OPER | CÓDIGO SAP | DESCRIPCIÓN | QYT | UNID |
|---|---|------------|-------------|-----|------|
| REPUESTOS | 01 | - | - | - | - |
| HERRAMIENTAS PARA EL MANTENIMIENTO | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>LLAVES MIXTAS MM</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>LLAVES ALLEN</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>MARTELO BOLAMARTELO DE GOMA</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>DESARMADORES</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>RACHET Y DADOS</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>ALICATE SEEGUER</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>LLAVE MIXTA</p>  </div> </div> | | | | |

DETALLES DE OPERACIÓN



OPERACIÓN 01: BLOQUEO ELECTRICO DE TABLERO PRINCIPAL DE HORNO.

Nº4TIEMPO:15 MINUTOS

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|
| Elaborado por: Erick Ticona | Validado por: Jhonatan Mendo | Fecha Elaboración: 04/04/24 |
| Validado por jefe de operaciones: | Validado por gerente general: | Revisión: Página 6 |

| PASOS Y FOTOS | DETALLES DE OPERACION | HERRAMIENTAS | REPUESTOS UTILIZADOS | RIESGOS | MEDIDAS Y CONTROLES DE SEGURIDAD |
|--|--|---|----------------------|---|---|
| <p>Se empieza con el bloque LOTO y aseguramos de que no esté energizado</p> <p>COLOCAR CANDADO</p>  | <p>El personal técnico va al tablero donde se encuentra la alimentación eléctrica de los motores para bloquear.</p> <p>Rotula y coloca el candado loto</p> | N/A | N/A | RIESGO ELECTRICO | <p>-CHARLA DE SEGURIDAD DE 5 MINUTOS.</p> <p>-LLENADO DE PGT CON LAS PERSONAS INVOLUCRADAS EN EL TRABAJO</p> <p>-PERSONAL CALIFICADO PARA DICHA ACTIVIDAD</p> <p>-EPP'S DE SEGURIDAD</p> <p>-ZAPATOS DIELECTRICOS</p> |
| <p>OPERACIÓN 03: CAMBIO DE ACEITE DE LA FPE N° DE PERSONAS: 06 OPERARIO</p> | | | | | |
| <p>PASO 1</p> <p>DESMONTAJE DE QUEMADORES</p> | <p>Se desconecta el suministro de gas y las corrientes con herramientas manuales.</p> | <p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Llave francesa - Llaves mixtas | N/A | <p>-GOLPES</p> <p>-RIESGO ERGONÓMICO</p> <p>-RIESGO DE CAIDAS A NIVEL</p> |  |
| <p>PASO 2</p> <p>MANTENIMIENTO DE QUEMADORES</p> | <p>Limpieza de quemadores de manera superficial con WYPALL y lija de 80.</p> <p>Cambio de quemadores rotos.</p> <p>Prueba de quemadores</p> | <p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escobilla metálica - Wypall. - Llave Mixtas -Llaves Allen -Martillo de goma. | N/A | <p>-GOLPES</p> <p>-RIESGO ERGONÓMICO</p> <p>-RIESGO DE CAIDAS A NIVEL</p> |  |

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Elaborado por: Erick Ticona | Validado por: Jhonatan Mendo | Fecha Elaboración: 04/04/24 |
| Validado por jefe de operaciones: | Validado por gerente general: | Revisión: Página 2 6 |

| | | | | | |
|---|---|---|------------|---|---|
| <p>PASO 3 MONTAJE DE QUEMADORES</p> | <p>Montaje de quemadores de las POS 14, 31, 25, 46, 51, 63, 74, 75, 76, 95, 106, 111, 116, 118, 127 y 151. Se desconecta el suministro de gas y las corrientes con herramientas manuales</p> | <p>Herramientas: - Llave francesa - Llaves mixtas</p> | <p>N/A</p> | <p>-GOLPES -RIESGO ERGONOMICO -RIESGO DE CAIDAS A NIVEL</p> |  |
| <p>PASO 6 RETIRAR EL BLOQUEO LOTO</p> | <p>-RETIRAR CANDADOS LOTOS</p> | <p>N/A</p> | <p>N/A</p> | <p>-RIESGO ELECTRICO</p> |  |

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Elaborado por: Erick Ticona | Validado por: Jhonatan Mendo | Fecha Elaboración: 04/04/24 | |
| Validado por jefe de operaciones: | Validado por gerente general: | Revisión: | Página 3 6 |

MANTENIMIENTO DE LOS QUEMADORES EN HORNO



LIMPIEZA SUPERFICIAL CON WYPALL Y LIJA 80



| | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Elaborado por: Erick Ticona | Validado por: Jhonatan Mendo | Fecha Elaboración: 04/04/24 |
| Validado por jefe de operaciones: | Validado por gerente general: | Revisión: Página 4 6 |

PRUEBA CONECCIÓN DEL ELECTRODO A 220 PARA PROBAR GENERACIÓN DE CHISPA



COLOCACIÓN IN SITU DE CADA QUEMADOR LUEGO DE SER INSPECCIONADO



| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Elaborado por: Erick Ticona | Validado por: Jhonatan Mendo | Fecha Elaboración: 04/04/24 | |
| Validado por jefe de operaciones: | Validado por gerente general: | Revisión: | Página 5 6 |

ANEXO 4

| MAESTRO DE CODIFICACION JDM INGENIEROS SAC | | | | | |
|--|---------|-------------|-------------|--------------|-------------------------------------|
| CLASE | FAMILIA | SUB FAMILIA | CORRELATIVO | CODIFICACION | PRODUCTOS |
| 04 | 03 | 01 | 001 | 040301001 | TIJERA CORTE METAL |
| 06 | 04 | 02 | 001 | 060402001 | TIJERA CORTE |
| 08 | 05 | 01 | 001 | 080501001 | GUANTES DE BADANA |
| 04 | 03 | 03 | 002 | 040303002 | TARRAJA TUBO 3/4 |
| 04 | 03 | 03 | 001 | 040303001 | TARRAJA PARA TUBO 3/4 |
| 08 | 05 | 01 | 002 | 080501002 | GUANTES DE NITRILLO - LATEX |
| 08 | 05 | 01 | 003 | 080501003 | GUANTES ANTICORTE |
| 08 | 05 | 01 | 004 | 080501004 | GUANTES PU |
| 08 | 05 | 01 | 005 | 080501005 | GUANTES DE CUERO |
| 04 | 01 | 28 | 001 | 040128001 | SERRUCHO MANGO PLÁSTICO |
| 04 | 01 | 23 | 001 | 040123001 | SACABOCADOS PARA METAL |
| 04 | 03 | 02 | 001 | 040302001 | ROSCADORA FIERROS |
| 08 | 05 | 02 | 001 | 080502001 | BARBIQUEJOS |
| 08 | 05 | 03 | 001 | 080503001 | TAPONES AUDITIVOS |
| 08 | 05 | 04 | 001 | 080504001 | FILTROS 128-2 - P100 |
| 04 | 01 | 22 | 002 | 040122002 | RODILLOS UNIVERSALES 9" EPOXICO |
| 04 | 01 | 22 | 003 | 040122003 | RODILLO EXPOSICO 6" |
| 04 | 01 | 22 | 004 | 040122004 | RODILLO EXPOSICO 3" |
| 04 | 01 | 22 | 001 | 040122001 | RODILLO DELGADO 6" EPOXICO |
| 08 | 05 | 05 | 001 | 080505001 | LENTES ANTIEMPAÑANTES NEGROS |
| 08 | 05 | 05 | 002 | 080505002 | LENTES ANTIEMPAÑANTES TRANSPARENTES |
| 08 | 05 | 06 | 001 | 080506001 | LINTERNA PARA CASCO - TIPO MINERO |
| 08 | 05 | 07 | 001 | 080507001 | BATAS NARANJAS NESTLE - TALLA M |
| 08 | 05 | 07 | 002 | 080507002 | BATAS NARANJAS NESTLE - TALLA L |
| 08 | 05 | 07 | 003 | 080507003 | BATAS NARANJAS NESTLE - TALLA XL |
| 08 | 05 | 08 | 001 | 080508001 | CHAVITOS CORTA VIENTOS NARANJAS |
| 04 | 03 | 14 | 004 | 040314004 | PRESA SARGENTA TIPO F |
| 04 | 03 | 14 | 005 | 040314005 | PRESA SARGENTA TIPO F |
| 04 | 03 | 14 | 003 | 040314003 | PRENSA MODULAR TIPO C |
| 04 | 03 | 14 | 002 | 040314002 | PRENSA EN C "5 |
| 04 | 03 | 14 | 001 | 040314001 | PRENSA EN C "4 |
| 06 | 04 | 01 | 001 | 060401001 | PLUMON - MARCADOR |
| 04 | 01 | 26 | 003 | 040126003 | PLANCHAS PARA LIJAR |
| 04 | 01 | 26 | 007 | 040126007 | PLANCHA RASPIN |
| 04 | 01 | 26 | 001 | 040126001 | PLANCHA PARA MASILLA |
| 04 | 01 | 26 | 009 | 040126009 | PLANCHA PARA MARCAR LINES C/ VENA |
| 04 | 01 | 26 | 002 | 040126002 | PLANCHA PARA EMPASTAR |
| 04 | 01 | 26 | 005 | 040126005 | PLANCHA MADERA |
| 04 | 01 | 26 | 006 | 040126006 | PLANCHA FRAGUAR |
| 04 | 01 | 26 | 008 | 040126008 | PLANCHA ESQUINERA |
| 04 | 01 | 26 | 004 | 040126004 | PLANCHA BATIR |
| 08 | 05 | 08 | 002 | 080508002 | CHAVITOS CORTA VIENTOS AZULES |

| | | | | | |
|----|----|----|-----|-----------|---|
| 04 | 03 | 15 | 001 | 040315001 | PISTON |
| 04 | 01 | 01 | 001 | 040101001 | PISTOLA SILICONA TRUPER |
| 04 | 01 | 01 | 002 | 040101002 | PISTOLA SILICONA |
| 04 | 01 | 01 | 003 | 040101003 | PISTOLA SILICONA |
| 04 | 01 | 10 | 001 | 040110001 | PISTOLA PARA REMACHES |
| 04 | 01 | 09 | 001 | 040109001 | PISTOLA PARA PINTAR TRUPER 50 PSI |
| 04 | 02 | 01 | 003 | 040201003 | PISTOLA CAUTIN |
| 06 | 01 | 04 | 001 | 060104001 | PIEDRA CHANCADA |
| 04 | 01 | 17 | 001 | 040117001 | PICO |
| 04 | 02 | 06 | 002 | 040206002 | PERILLERO PLANO |
| 04 | 04 | 01 | 001 | 040401001 | PERFORADOR |
| 04 | 02 | 04 | 001 | 040204001 | PELACABLE |
| 04 | 01 | 16 | 001 | 040116001 | PATACABRA |
| 04 | 03 | 10 | 002 | 040310002 | PASACABLE NYLON |
| 04 | 03 | 10 | 001 | 040310001 | PASACABLE DE ACERO |
| 08 | 05 | 08 | 003 | 080508003 | CHAVITOS DRILL SOLDADOR |
| 04 | 01 | 20 | 005 | 040120005 | MARTILLO UNIVERSAL CON MANGO GOMA |
| 04 | 01 | 20 | 002 | 040120002 | MARTILLO MAZO PLASTICO |
| 04 | 01 | 20 | 004 | 040120004 | MARTILLO GOMA MANGO PLÁSTICO |
| 04 | 01 | 20 | 001 | 040120001 | MARTILLO GOMA |
| 04 | 01 | 20 | 003 | 040120003 | MARTILLO BOLA MANGO PLASTICO |
| 08 | 05 | 09 | 001 | 080509001 | PANTALON JEAN PROCESADO - TALLA 34 |
| 08 | 05 | 09 | 002 | 080509002 | PANTALON JEAN PROCESADO - TALLA 32 |
| 08 | 05 | 09 | 003 | 080509003 | PANTALON JEAN PROCESADO - TALLA 30 |
| 08 | 05 | 09 | 004 | 080509004 | PANTALON DRILL NARANJA - TALLA M |
| 08 | 05 | 09 | 005 | 080509005 | PANTALON DRILL NARANJA - TALLA L |
| 04 | 02 | 03 | 001 | 040203001 | MALETA ROJA DADO DIELECTRICOS TRAMONTINA 13 PZS - |
| 04 | 02 | 02 | 001 | 040202001 | MALETA ROJA ALICATE PRENSADO HIDRAULICO YQK - 300 |
| 04 | 03 | 18 | 002 | 040318002 | LLAVES MIXTAS STANLEY #8 (2) |
| 04 | 03 | 18 | 001 | 040318001 | LLAVES MIXTAS STANLEY #7 (2) |
| 04 | 03 | 18 | 010 | 040318010 | LLAVES MIXTAS STANLEY #24 (2) |
| 04 | 03 | 18 | 009 | 040318009 | LLAVES MIXTAS STANLEY #22 (2) |
| 04 | 03 | 18 | 008 | 040318008 | LLAVES MIXTAS STANLEY #19 (2) |
| 04 | 03 | 18 | 007 | 040318007 | LLAVES MIXTAS STANLEY #17 (2) |
| 04 | 03 | 18 | 006 | 040318006 | LLAVES MIXTAS STANLEY #14 (2) |
| 04 | 03 | 18 | 005 | 040318005 | LLAVES MIXTAS STANLEY #13 (2) |
| 04 | 03 | 18 | 004 | 040318004 | LLAVES MIXTAS STANLEY #11 (2) |
| 04 | 03 | 18 | 003 | 040318003 | LLAVES MIXTAS STANLEY #10 (2) |
| 04 | 03 | 09 | 004 | 040309004 | LLAVE STILSON - 14" |
| 04 | 03 | 09 | 001 | 040309001 | LLAVE FRANCESA MEDIANA |
| 04 | 03 | 09 | 002 | 040309002 | LLAVE FRANCESA GRANDE TRUPER 15" |
| 04 | 03 | 09 | 003 | 040309003 | LLAVE FRANCESA - 8" |
| 04 | 03 | 09 | 005 | 040309005 | LLAVE AJUSTABLE MULTIFUNCIÓN PARA CAÑERÍA |
| 08 | 05 | 09 | 006 | 080509006 | PANTALON DRILL NARANJA - TALLA 2XL |
| 04 | 02 | 01 | 004 | 040201004 | LAPIZ CAUTIN |
| 04 | 01 | 15 | 001 | 040115001 | LAMPA |

| | | | | | |
|----|----|----|-----|-----------|--|
| 04 | 03 | 13 | 003 | 040313003 | JUEGOS LLAVES TORX MILIMETRICAS |
| 04 | 03 | 13 | 002 | 040313002 | JUEGOS LLAVES ALLEN PULGADAS |
| 04 | 03 | 13 | 001 | 040313001 | JUEGOS LLAVES ALLEN MILIMETRO |
| 04 | 02 | 06 | 001 | 040206001 | JUEGO PERILLEROS TRUPER |
| 04 | 03 | 13 | 004 | 040313004 | JUEGO LLAVES TORX PULGADAS |
| 04 | 03 | 07 | 003 | 040307003 | JUEGO DESTORNILLADORES AISLADOS PLANO - ESTRELLA |
| 08 | 05 | 09 | 007 | 080509007 | PANTALON DRILL AZUL - TALLA M |
| 08 | 05 | 09 | 008 | 080509008 | PANTALON DRILL AZUL - TALLA L |
| 08 | 05 | 09 | 009 | 080509009 | PANTALON DRILL AZUL - TALLA XL |
| 08 | 05 | 10 | 001 | 080510001 | CHALECOS MALLA NARANJA - TALLA M |
| 04 | 04 | 01 | 004 | 040401004 | GRAPAS |
| 04 | 04 | 01 | 003 | 040401003 | GRAPADORA |
| 04 | 03 | 16 | 002 | 040316002 | GATA TIPO BOTELLA TRUPER |
| 04 | 03 | 16 | 001 | 040316001 | GATA HIDRAULICA BOTELLA |
| 04 | 01 | 29 | 002 | 040129002 | FROTACHO PLASTICO |
| 04 | 01 | 29 | 001 | 040129001 | FROTACHO MADERA |
| 04 | 04 | 01 | 002 | 040401002 | EXTRAEGRAPAS |
| 08 | 05 | 10 | 002 | 080510002 | CHALECOS MALLA NARANJA - TALLA L |
| 08 | 05 | 10 | 003 | 080510003 | CHALECOS MALLA NARANJA - TALLA XL |
| 04 | 01 | 27 | 004 | 040127004 | ESPATULA UNIVERSAL 5" |
| 04 | 01 | 27 | 003 | 040127003 | ESPATULA UNIVERSAL 3" |
| 04 | 01 | 27 | 002 | 040127002 | ESPATULA UNIVERSAL 2" |
| 04 | 01 | 27 | 005 | 040127005 | ESPATULA PALETA ESQUINERA |
| 04 | 01 | 27 | 001 | 040127001 | ESPATULA DRYWALL 10" |
| 08 | 05 | 10 | 004 | 080510004 | CHALECOS DRILL NARANJA - TALLA M |
| 08 | 05 | 10 | 005 | 080510005 | CHALECOS DRILL NARANJA - TALLA L |
| 08 | 05 | 10 | 006 | 080510006 | CHALECOS DRILL NARANJA - TALLA XL |
| 08 | 05 | 10 | 007 | 080510007 | CHALECO S DRILL ROJO - TALLA M |
| 08 | 05 | 11 | 001 | 080511001 | ZAPATO DE SEGURIDAD - TALLA 38 |
| 08 | 05 | 11 | 002 | 080511002 | ZAPATO DE SEGURIDAD - TALLA 40 |
| 08 | 05 | 11 | 003 | 080511003 | ZAPATO DE SEGURIDAD - TALLA 42 |
| 08 | 05 | 11 | 004 | 080511004 | ZAPATO DE SEGURIDAD - TALLA 44 |
| 08 | 05 | 12 | 001 | 080512001 | CASCO AZULES |
| 04 | 03 | 05 | 002 | 040305002 | DOBLADORA DE TUBOS HIDRAULICA |
| 04 | 03 | 05 | 001 | 040305001 | DOBLADOR DE TUBOS |
| 04 | 03 | 07 | 001 | 040307001 | DESTORNILLADOR PLANO |
| 04 | 03 | 07 | 005 | 040307005 | DESTORNILLADOR PLANO |
| 04 | 03 | 07 | 004 | 040307004 | DESTORNILLADOR GOLPE |
| 04 | 03 | 07 | 002 | 040307002 | DESTORNILLADOR ESTRELLA |
| 04 | 03 | 07 | 006 | 040307006 | DESTORNILLADOR ESTRELLA |
| 04 | 01 | 07 | 001 | 040107001 | DESATORADOR TAMBOR PARA WATER |
| 04 | 03 | 19 | 002 | 040319002 | DESARMADOR PLANO |
| 04 | 03 | 19 | 001 | 040319001 | DESARMADOR ESTRELLA |
| 04 | 01 | 19 | 001 | 040119001 | CUTTER RETRACTIL UBERMAN |
| 04 | 01 | 03 | 001 | 040103001 | CUCHILLA RETRACTIL |
| 04 | 01 | 14 | 001 | 040114001 | CORTADOR MAYOLICAS Y CERAMICOS |
| 08 | 05 | 12 | 002 | 080512002 | CASCO BLANCOS |

| | | | | | |
|----|----|----|-----|-----------|---|
| 04 | 01 | 06 | 001 | 040106001 | COMBAS |
| 04 | 03 | 04 | 001 | 040304001 | CIZALLA 12 " TRUPER |
| 08 | 05 | 13 | 001 | 080513001 | FAJAS PARA CARGA |
| 08 | 05 | 14 | 001 | 080514001 | ROLLO CINTA PELIGRO |
| 08 | 05 | 14 | 002 | 080514002 | CINTA PELIGRO - METROS VARIOS |
| 08 | 05 | 15 | 001 | 080515001 | ROLLO MALLA SEGUIRDAD NARANJA |
| 04 | 01 | 04 | 002 | 040104002 | CINCEL PUNTA |
| 04 | 01 | 04 | 001 | 040104001 | CINCEL PLANO |
| 08 | 05 | 16 | 001 | 080516001 | STICKERS ROMBO SEGURIDAD - 25X25 |
| 04 | 01 | 25 | 001 | 040125001 | CEPILLO RASPADOR DRYWALL |
| 04 | 02 | 01 | 002 | 040201002 | CAUTIN TIPO PISTOLA |
| 04 | 02 | 01 | 001 | 040201001 | CAUTIN TIPO LAPIZ |
| 08 | 05 | 16 | 002 | 080516002 | STICKERS SEGURIDAD - 1202 |
| 08 | 05 | 17 | 001 | 080517001 | SEÑALIZACION SEGURIDAD - 20X25 |
| 08 | 05 | 17 | 002 | 080517002 | SEÑALIZACION SEGURIDAD - 60X40 |
| 04 | 01 | 05 | 001 | 040105001 | CAÑA PULVERIZADORA C/ MANGUERA |
| 08 | 05 | 17 | 003 | 080517003 | SEÑALIZACION SEGURIDAD - 30X50 |
| 08 | 05 | 18 | 001 | 080518001 | BLOQUEO VALVULA - GRANDE |
| 08 | 05 | 18 | 002 | 080518002 | BLOQUEO VALVULA - CHICA |
| 04 | 01 | 21 | 002 | 040121002 | BROCHAS UNIVERSALES 4" |
| 04 | 01 | 21 | 003 | 040121003 | BROCHAS UNIVERSALES 3" SALCEDO |
| 04 | 01 | 21 | 004 | 040121004 | BROCHAS UNIVERSALES 2" SALCEDO |
| 04 | 01 | 21 | 001 | 040121001 | BROCHA 3" |
| 08 | 05 | 19 | 001 | 080519001 | COFIA TIPO CAPUCHA |
| 08 | 05 | 20 | 001 | 080520001 | PALETA PARE - SIGA |
| 08 | 05 | 21 | 001 | 080521001 | CAMILLA PRIMEROS AUXILIOS |
| 04 | 01 | 12 | 001 | 040112001 | BATEA PARA CONCRETO |
| 04 | 01 | 11 | 001 | 040111001 | BARRETA |
| 04 | 01 | 02 | 001 | 040102001 | BALDES GRANDES |
| 04 | 01 | 02 | 002 | 040102002 | BALDEN CHICOS GLN |
| 04 | 01 | 18 | 001 | 040118001 | BADILEJO MANGO PLASTICO |
| 04 | 01 | 18 | 002 | 040118002 | BADILEJO MANGO PLASTICO |
| 08 | 05 | 22 | 001 | 080522001 | CONOS CON CINTA RETRACTIL (HEMBRA - MACHO) - AMAR |
| 08 | 05 | 22 | 002 | 080522002 | CONOS CON CINTA RETRACTIL (HEMBRA - MACHO) - NARA |
| 08 | 05 | 23 | 001 | 080523001 | POLOS ROJO 20/1 PDR - TALLA M |
| 08 | 05 | 23 | 002 | 080523002 | POLOS ROJO 20/1 PDR - TALLA L |
| 06 | 01 | 01 | 001 | 060101001 | ARENA GRUESA |
| 04 | 03 | 11 | 001 | 040311001 | ARCO SIERRA TRUPER |
| 04 | 03 | 11 | 002 | 040311002 | ARCO SIERRA INGCO |
| 04 | 01 | 24 | 001 | 040124001 | ALICATE UNIVERSAL |
| 04 | 02 | 05 | 002 | 040205002 | ALICATE UNIVERSAL |
| 04 | 03 | 12 | 002 | 040312002 | ALICATE UNIVERSAL |
| 04 | 03 | 12 | 005 | 040312005 | ALICATE UNIVERSAL |
| 04 | 02 | 05 | 003 | 040205003 | ALICATE PUNTA PINZA |
| 04 | 03 | 12 | 001 | 040312001 | ALICATE PRESIÓN |
| 04 | 03 | 12 | 008 | 040312008 | ALICATE PRESIÓN |
| 04 | 03 | 12 | 003 | 040312003 | ALICATE PINZA SEEGER |

| | | | | | |
|----|----|----|-----|------------------|--|
| 04 | 03 | 12 | 004 | 040312004 | ALICATE PINZA CURVA SEEGER |
| 04 | 03 | 12 | 007 | 040312007 | ALICATE PICO LORO |
| 04 | 02 | 05 | 004 | 040205004 | ALICATE PARA CONECTORES INTERNET |
| 04 | 01 | 24 | 002 | 040124002 | ALICATE CORTE METAL |
| 04 | 01 | 24 | 003 | 040124003 | ALICATE CORTE |
| 04 | 02 | 05 | 001 | 040205001 | ALICATE CORTE |
| 04 | 03 | 12 | 006 | 040312006 | ALICATE CORTE |
| 08 | 05 | 23 | 003 | 080523003 | POLOS ROJO 20/1 PDR - TALLA XL |
| 08 | 05 | 23 | 004 | 080523004 | POLOS AZUL 20/1 OPERARIOS - TALLA M |
| 08 | 05 | 23 | 005 | 080523005 | POLOS AZUL 20/1 OPERARIOS - TALLA L |
| 08 | 05 | 23 | 006 | 080523006 | POLOS AZUL 20/1 OPERARIOS - TALLA XL |
| 08 | 05 | 23 | 007 | 080523007 | POLOS AZUL 20/1 SUPERVISORES - TALLA M |
| 08 | 05 | 23 | 008 | 080523008 | POLOS AZUL 20/1 SUPERVISORES - TALLA L |
| 08 | 05 | 23 | 009 | 080523009 | POLOS AZUL 20/1 SUPERVISORES - TALLA XL |
| 08 | 05 | 23 | 010 | 080523010 | POLOS AZUL 20/1 SUPERVISORES - TALLA 2XL |
| 08 | 05 | 24 | 001 | 080524001 | TRAJES TYVET |
| 08 | 06 | 01 | 001 | 080601001 | MICAS PARA CARETA SOLDAR |
| 08 | 06 | 01 | 002 | 080601002 | PORTA MICA PARA CARETA SOLDAR |
| 08 | 06 | 01 | 003 | 080601003 | VINCHA MICA PARA CARETA SOLDAR |
| 08 | 06 | 02 | 001 | 080602001 | MANTA IGNIFUGA PROSOLDEX |
| 08 | 06 | 03 | 001 | 080603001 | LUNAS PARA CARETA SOLDAR TRANSPARENTES |
| 08 | 06 | 03 | 002 | 080603002 | LUNAS PARA CARETA SOLDAR NEGRAS |
| 08 | 06 | 04 | 001 | 080604001 | ESCARPINES SOLDAR BADANA |
| 08 | 06 | 04 | 002 | 080604002 | ESCARPINES SOLDAR CUERO |
| 08 | 06 | 05 | 001 | 080605001 | MANGAS SOLDAR BADANA |
| 08 | 06 | 05 | 002 | 080605002 | MANGAS SOLDAR CUERO |
| 08 | 06 | 06 | 001 | 080606001 | MANDILES SOLDAR BADANA |
| 08 | 06 | 06 | 002 | 080606002 | MANDILES SOLDAR CUERO |



ANEXO 5

| CAUSAS | PROBLEMA | DESCRIPCIÓN | PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | | | COSTOS (SEMANALES ESTIMADOS) | IMPACTO EN COSTOS | | | | | PUNTAJE | |
|---|----------|--|----------------------------|------------|-------------|----------------|------------|------------------------------|-------------------|---------------------|--------------|----------------|--------------|---------|----------------|
| | | | CASOS INTERVALOS | RARO 0-20% | POCO 21-40% | PROBABL 41-60% | MUY 61-80% | | CASI 81-100% | INSIGNIFICANT 0-20% | MENOR 21-40% | MODERAD 41-60% | MAYOR 61-80% | | EXTREM 81-100% |
| | | | PUNTAJES | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| PROBLEMA 1 | 1 | Falta de personal capacitado para supervisar el inicio de las actividades | | | 3 | | | 45000 | | | 3 | | | 9 | |
| | | Retrasos en la llegada del personal a la planta | | | 3 | | | | | | 3 | | | | 9 |
| | | Ausencia de protocolos claros para asignar responsabilidades al equipo | | | 3 | | | | | | | 2 | | | 6 |
| | | Equipos de comunicación ineficientes para coordinación de inicio de actividades | | | 3 | | | | | | | 3 | | | 9 |
| | | Falta de capacitación adecuada sobre cómo especificar los requisitos de compra | | | 4 | | | | | | | 5 | | | 20 |
| | | Solo existe un transporte para mover herramientas y materiales | | | 3 | | | | | | | 3 | | | 9 |
| | | Falta de documentación accesible para detallar los procedimientos de inicio | | | 3 | | | | | | | 2 | | | 6 |
| | | Desorden en los espacios de trabajo | | | 3 | | | | | | | 4 | | | 12 |
| | | Problemas en el flujo de información entre oficina y planta | | | 3 | | | | | | | 3 | | | 9 |
| | | Clima organizacional que no prioriza la puntualidad | | | 3 | | | | | | | 3 | | | 9 |
| | | Demoras en la entrega de herramientas, materiales y EPP's | | | 4 | | | | | | | 4 | | | 16 |
| | | Falta de inventario actualizado | | | 3 | | | | | | | 3 | | | 9 |
| | | Materiales defectuosos o inadecuados que necesitan ser reemplazados antes del inicio | | | 3 | | | | | | | 3 | | | 9 |
| | | Procesos de planificación poco estructurados | | | 4 | | | | | | | 2 | | | 8 |
| | | Falta de revisión y aprobación previa de los planes de trabajo | | | 4 | | | | | | | 2 | | | 8 |
| Métodos de asignación de tareas improvisados o cambiantes | | | 3 | | | | | | 3 | | | 9 | | | |
| PROBLEMA 2 | 2 | Solo una persona encargada de convocar a personal para los trabajos en planta | | | 4 | | | 29600 | | | 2 | | | 8 | |
| | | Tardanzas para el inicio de actividades del primer equipo de trabajo en el día | | | 3 | | | | | | 3 | | | 9 | |
| | | Rotación alta de personal debido a la sobrecarga de trabajo | | | 2 | | | | | | 3 | | | 6 | |
| | | Falta de motivación de operarios | | | 4 | | | | | | 2 | | | 8 | |
| | | Herramientas y equipos en mal estado o insuficientes para la demanda de trabajo diaria | | | 3 | | | | | | 3 | | | 9 | |
| | | Dependencia de terceros para el suministro de ciertos recursos | | | 3 | | | | | | 3 | | | 9 | |
| | | Ambiente de trabajo desordenado | | | 3 | | | | | | 4 | | | 12 | |
| | | Inadecuada iluminación y ventilación | | | 2 | | | | | | 4 | | | 8 | |
| | | Ruido y distracciones | | | 3 | | | | | | 3 | | | 9 | |
| | | Sistemas de inventario ineficientes | | | 3 | | | | | | 3 | | | 9 | |
| | | Retrasos en la compra de materiales | | | 4 | | | | | | 5 | | | 20 | |
| | | Falta de inventario de emergencia | | | 3 | | | | | | 3 | | | 9 | |
| | | Ausencia de reuniones regulares de planificación | | | 3 | | | | | | 3 | | | 9 | |
| | | Falta de un sistema de planificación anticipada | | | 4 | | | | | | 4 | | | 16 | |
| | | Planes de trabajo no estandarizados | | | 4 | | | | | | 4 | | | 16 | |
| Falta de seguimiento adecuado de los planes de trabajo | | | 3 | | | | | 3 | | | 9 | | | | |

| PUNTAJE MATRIZ PI | |
|--------------------|------------|
| Puntaje de 01 a 02 | Controlado |
| Puntaje de 03 a 06 | Serio |
| Puntaje de 08 a 09 | Disruptivo |
| Puntaje de 10 a 16 | Severo |
| Puntaje de 20 a 25 | Crítico |

ANEXO 6

| Código | Nombre | Uso Estimado | Frecuencia de Uso | Acción | Zona Asignada |
|----------|-------------------------------------|--------------|--------------------|----------------------------|---|
| 40301001 | TIJERA CORTE METAL | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 60402001 | TIJERA CORTE | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 80501001 | GUANTES DE BADANA | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de EPPs |
| 40303002 | TARRAJA TUBO 3/4 | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40303001 | TARRAJA PARA TUBO 3/4 | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 80501002 | GUANTES DE NITRIL - LATEX | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de EPPs |
| 80501003 | GUANTES ANTICORTE | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de EPPs |
| 80501004 | GUANTES PU | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de EPPs |
| 80501005 | GUANTES DE CUERO | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de EPPs |
| 40128001 | SERRUCHO MANGO PLÁSTICO | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40123001 | SACABOCADOS PARA METAL | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40302001 | ROSCADORA FIERROS | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80502001 | BARBIQUEJOS | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80503001 | TAPONES AUDITIVOS | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80504001 | FILTROS 128-2 - P100 | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40122002 | RODILLOS UNIVERSALES 9" EPOXICO | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40122003 | RODILLO EXPOSITIVO 6" | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40122004 | RODILLO EXPOSITIVO 3" | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40122001 | RODILLO DELGADO 6" EPOXICO | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80505001 | LENTES ANTIEMPAÑANTES NEGROS | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80505002 | LENTES ANTIEMPAÑANTES TRANSPARENTES | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80506001 | LINTERNA PARA CASCO - TIPO MINERO | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de EPPs |
| 80507001 | BATAS NARANJAS NESTLE - TALLA M | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80507002 | BATAS NARANJAS NESTLE - TALLA L | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80507003 | BATAS NARANJAS NESTLE - TALLA XL | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80508001 | CHAVITOS CORTA VIENTOS NARANJAS | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40314004 | PRESA SARGENTA TIPO F | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40314005 | PRESA SARGENTA TIPO F | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40314003 | PRESA MODULAR TIPO C | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40314002 | PRESA EN C "5 | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40314001 | PRESA EN C "4 | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 60401001 | PLUMON - MARCADOR | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40126003 | PLANCHAS PARA LUJAR | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40126007 | PLANCHA RASPIN | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40126001 | PLANCHA PARA MASILLA | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40126009 | PLANCHA PARA MARCAR LINEAS C/ VENA | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40126002 | PLANCHA PARA EMPASTAR | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40126005 | PLANCHA MADERA | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40126006 | PLANCHA FRAGUARO | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40126008 | PLANCHA ESQUINERA | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40126004 | PLANCHA BATIR | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80508002 | CHAVITOS CORTA VIENTOS AZULES | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40315001 | PISTON | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40101001 | PISTOLA SILICONA TRUPER | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40101002 | PISTOLA SILICONA | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40101003 | PISTOLA SILICONA | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40110001 | PISTOLA PARA REMACHES | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40109001 | PISTOLA PARA PINTAR TRUPER 50 PSI | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40201003 | PISTOLA CAUTIN | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 60104001 | PIEDRA CHANCADA | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40117001 | PICO | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40206002 | PERILLERO PLANO | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40401001 | PERFORADOR | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40204001 | PELACABLE | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40116001 | PATACABRA | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40310002 | PASACABLE NYLON | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40310001 | PASACABLE DE ACERO | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80508003 | CHAVITOS DRILL SOLDADOR | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40120005 | MARTILLO UNIVERSAL CON MANGO GOMA | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40120002 | MARTILLO MAZO PLASTICO | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40120004 | MARTILLO GOMA MANGO PLÁSTICO | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40120001 | MARTILLO GOMA | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40120003 | MARTILLO BOLA MANGO PLASTICO | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 80509001 | PANTALON JEAN PROCESADO - TALLA 34 | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80509002 | PANTALON JEAN PROCESADO - TALLA 32 | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |

| | | | | | |
|----------|---|----|--------------------|----------------------------|---|
| 80509003 | PANTALON JEAN PROCESADO - TALLA 30 | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80509004 | PANTALON DRILL NARANJA - TALLA M | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80509005 | PANTALON DRILL NARANJA - TALLA L | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40203001 | ROJA DADO DIELECTRICOS TRAMONTINA 13 PZS - 10 mm | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40202001 | MALETA ROJA ALICATE PRENSADO HIDRAULICO YQK - 300 | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40318002 | LLAVES MIXTAS STANLEY #8 (2) | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40318001 | LLAVES MIXTAS STANLEY #7 (2) | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40318010 | LLAVES MIXTAS STANLEY #24 (2) | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40318009 | LLAVES MIXTAS STANLEY #22 (2) | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40318008 | LLAVES MIXTAS STANLEY #19 (2) | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40318007 | LLAVES MIXTAS STANLEY #17 (2) | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40318006 | LLAVES MIXTAS STANLEY #14 (2) | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40318005 | LLAVES MIXTAS STANLEY #13 (2) | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40318004 | LLAVES MIXTAS STANLEY #11 (2) | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40318003 | LLAVES MIXTAS STANLEY #10 (2) | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40309004 | LLAVE STILSON - 14" | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40309001 | LLAVE FRANCESA MEDIANA | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40309002 | LLAVE FRANCESA GRANDE TRUPER 15" | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40309003 | LLAVE FRANCESA - 8" | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40309005 | LLAVE AJUSTABLE MULTIFUNCIÓN PARA CAÑERÍA | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 80509006 | PANTALON DRILL NARANJA - TALLA 2XL | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40201004 | LAPIZ CAUTIN | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40115001 | LAMPA | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40313003 | JUEGOS LLAVES TORX MILIMETRICAS | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40313002 | JUEGOS LLAVES ALLEN PULGADAS | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40313001 | JUEGOS LLAVES ALLEN MILIMETRO | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40206001 | JUEGO PERILLEROS TRUPER | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40313004 | JUEGO LLAVES TORX PULGADAS | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40307003 | JUEGO DESTORNILLADORES AISLADOS PLANO - ESTRELLA | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80509007 | PANTALON DRILL AZUL - TALLA M | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80509008 | PANTALON DRILL AZUL - TALLA L | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80509009 | PANTALON DRILL AZUL - TALLA XL | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80510001 | CHALECOS MALLA NARANJA - TALLA M | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de EPPs |
| 40401004 | GRAPAS | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40401003 | GRAPADORA | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40316002 | GATA TIPO BOTELLA TRUPER | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40316001 | GATA HIDRAULICA BOTELLA | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40129002 | FROTACHO PLASTICO | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40129001 | FROTACHO MADERA | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40401002 | EXTRA GRAPAS | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80510002 | CHALECOS MALLA NARANJA - TALLA L | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de EPPs |
| 80510003 | CHALECOS MALLA NARANJA - TALLA XL | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de EPPs |
| 40127004 | ESPATULA UNIVERSAL 5" | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40127003 | ESPATULA UNIVERSAL 3" | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40127002 | ESPATULA UNIVERSAL 2" | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40127005 | ESPATULA PALETA ESQUINERA | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40127001 | ESPATULA DRYWALL 10" | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80510004 | CHALECOS DRILL NARANJA - TALLA M | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de EPPs |
| 80510005 | CHALECOS DRILL NARANJA - TALLA L | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de EPPs |
| 80510006 | CHALECOS DRILL NARANJA - TALLA XL | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de EPPs |
| 80510007 | CHALECO S DRILL ROJO - TALLA M | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de EPPs |
| 80511001 | ZAPATO DE SEGURIDAD - TALLA 38 | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80511002 | ZAPATO DE SEGURIDAD - TALLA 40 | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80511003 | ZAPATO DE SEGURIDAD - TALLA 42 | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80511004 | ZAPATO DE SEGURIDAD - TALLA 44 | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80512001 | CASCO AZULES | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de EPPs |
| 40305002 | DOBLADORA DE TUBOS HIDRAULICA | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40305001 | DOBLADOR DE TUBOS | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40307001 | DESTORNILLADOR PLANO | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40307005 | DESTORNILLADOR PLANO | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40307004 | DESTORNILLADOR GOLPE | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40307002 | DESTORNILLADOR EXTRELLA | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40307006 | DESTORNILLADOR ESTRELLA | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40107001 | DESATORADOR TAMBOR PARA WATER | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40319002 | DESARMADOR PLANO | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40319001 | DESARMADOR ESTRELLA | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40119001 | CUTTER RETRACTIL UBERMAN | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40103001 | CUCHILLA RETRACTIL | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40114001 | CORTADOR MAYOLICAS Y CERAMICOS | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80512002 | CASCO BLANCOS | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de EPPs |

| | | | | | |
|----------|---|----|--------------------|----------------------------|---|
| 40106001 | COMBAS | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40304001 | CIZALLA 12 " TRUPER | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80513001 | FAJAS PARA CARGA | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80514001 | ROLLO CINTA PELIGRO | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80514002 | CINTA PELIGRO - METROS VARIOS | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80515001 | ROLLO MALLA SEGURIDAD NARANJA | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40104002 | CINCEL PUNTA | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40104001 | CINCEL PLANO | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80516001 | STICKERS ROMBO SEGURIDAD - 25X25 | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40125001 | CEPILLO RASPADOR DRYWALL | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40201002 | CAUTIN TIPO PISTOLA | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40201001 | CAUTIN TIPO LAPIZ | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80516002 | STICKERS SEGURIDAD - 1202 | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80517001 | SEÑALIZACION SEGURIDAD - 20X25 | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80517002 | SEÑALIZACION SEGURIDAD - 60X40 | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40105001 | CAÑA PULVERIZADORA C/ MANGUERA | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80517003 | SEÑALIZACION SEGURIDAD - 30X50 | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80518001 | BLOQUEO VALVULA - GRANDE | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80518002 | BLOQUEO VALVULA - CHICA | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40121002 | BROCHAS UNIVERSALES 4" | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40121003 | BROCHAS UNIVERSALES 3" SALCEDO | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40121004 | BROCHAS UNIVERSALES 2" SALCEDO | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40121001 | BROCHA 3" | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80519001 | COFIA TIPO CAPUCHA | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80520001 | PALETA PARE - SIGA | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80521001 | CAMILLA PRIMEROS AUXILIOS | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40112001 | BATEA PARA CONCRETO | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40111001 | BARRETA | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40102001 | BALDES GRANDES | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40102002 | BALDEN CHICOS GLN | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40118001 | BADILEJO MANGO PLASTICO | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40118002 | BADILEJO MANGO PLASTICO | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80522001 | NOS CON CINTA RETRACTIL (HEMBRA - MACHO) - AMARILLO | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80522002 | NOS CON CINTA RETRACTIL (HEMBRA - MACHO) - NARANJA | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80523001 | POLOS ROJO 20/1 PDR - TALLA M | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80523002 | POLOS ROJO 20/1 PDR - TALLA L | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 60101001 | ARENA GRUESA | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40311001 | ARCO SIERRA TRUPER | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40311002 | ARCO SIERRA INGCO | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de herramientas y materiales grandes |
| 40124001 | ALICATE UNIVERSAL | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40205002 | ALICATE UNIVERSAL | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40312002 | ALICATE UNIVERSAL | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40312005 | ALICATE UNIVERSAL | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40205003 | ALICATE PUNTA PINZA | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40312001 | ALICATE PRESIÓN | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40312008 | ALICATE PRESIÓN | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40312003 | ALICATE PINZA SEEGER | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40312004 | ALICATE PINZA CURVA SEEGER | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40312007 | ALICATE PICO LORO | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40205004 | ALICATE PARA CONECTORES INTERNET | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40124002 | ALICATE CORTE METAL | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 40124003 | ALICATE CORTE | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 40205001 | ALICATE CORTE | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 40312006 | ALICATE CORTE | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80523003 | POLOS ROJO 20/1 PDR - TALLA XL | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80523004 | POLOS AZUL 20/1 OPERARIOS - TALLA M | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80523005 | POLOS AZUL 20/1 OPERARIOS - TALLA L | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80523006 | POLOS AZUL 20/1 OPERARIOS - TALLA XL | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80523007 | POLOS AZUL 20/1 SUPERVISORES - TALLA M | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80523008 | POLOS AZUL 20/1 SUPERVISORES - TALLA L | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80523009 | POLOS AZUL 20/1 SUPERVISORES - TALLA XL | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80523010 | POLOS AZUL 20/1 SUPERVISORES - TALLA 2XL | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80524001 | TRAJES TYVET | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80601001 | MICAS PARA CARETA SOLDAR | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80601002 | PORTA MICA PARA CARETA SOLDAR | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80601003 | VINCHA MICA PARA CARETA SOLDAR | 80 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80602001 | MANTA IGNIFUGA PROSOLDEX | 50 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80603001 | LUNAS PARA CARETA SOLDAR TRANSPARENTES | 30 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80603002 | LUNAS PARA CARETA SOLDAR NEGRAS | 75 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80604001 | ESCARPINES SOLDAR BADANA | 20 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80604002 | ESCARPINES SOLDAR CUERO | 95 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |
| 80605001 | MANGAS SOLDAR BADANA | 65 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80605002 | MANGAS SOLDAR CUERO | 10 | Baja frecuencia | Desechar o reparar | Zona de materiales pequeños |
| 80606001 | MANDILES SOLDAR BADANA | 40 | Frecuencia regular | Evaluar ubicación | Zona de materiales pequeños |
| 80606002 | MANDILES SOLDAR CUERO | 70 | Alta frecuencia | Mantener en acceso directo | Zona de materiales pequeños |