

Universidad Nacional de Mar del Plata
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial

**TRABAJO FINAL DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MEJORA EN LA GESTIÓN DE
ALMACENAMIENTO EN UNA
EMPRESA METALÚRGICA LOCAL**

AUTORAS:

Camalbide Berardi, María Candelaria

Cejas, Sofía

Mar del Plata, diciembre 2025

MEJORA EN LA GESTIÓN DE ALMACENAMIENTO EN UNA EMPRESA METALÚRGICA LOCAL

AUTORAS

**Camalbide Berardi, María Candelaria
Cejas, Sofía**

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad Nacional de Mar del Plata

DIRECTOR

Dr. Ing. Onaine, Adolfo Eduardo

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad Nacional de Mar del Plata

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro director de proyecto final, Dr. Ing. Adolfo Onaine, por su acompañamiento constante, orientación y valiosos aportes a lo largo de todo este trabajo.

A la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional de Mar del Plata, por brindarnos el espacio de aprendizaje y crecimiento que nos formó no solo como profesionales, sino también como personas.

A todos los profesores que nos acompañaron durante la carrera, quienes con sus enseñanzas, exigencia y dedicación nos transmitieron los conocimientos y valores que hoy llevamos con nosotras.

A nuestras familias, por el apoyo incondicional, por la paciencia en los momentos de cansancio, por el aliento en las instancias difíciles y por ser siempre nuestro sostén en este largo camino. Un recuerdo muy especial a nuestros abuelos y a quienes ya no están con nosotras, un beso al cielo.

A nuestros amigos y compañeras de la facultad, con quienes compartimos risas, apuntes de último momento y también crisis existenciales. A los mates interminables, las charlas motivadoras, los pasillos llenos de anécdotas y los abrazos en épocas de parciales.

También agradecemos a los momentos de estrés, cansancio, nervios y frustración, que nos enseñaron a ser más fuertes, perseverantes y a valorar cada logro alcanzado.

Finalmente, a todos los que de una manera u otra manera fueron parte de este recorrido: gracias por acompañarnos en esta etapa que marcó nuestras vidas y que hoy cerramos con orgullo y mucha emoción.

Candelaria y Sofía

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	viii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivos de la investigación	2
1.3 Justificación del estudio	2
1.4 Alcance de la investigación	3
2 MARCO TEÓRICO	4
2.1 Gestión de almacenamiento	4
2.2 Organización de almacenes	4
2.3 Principios de Lean Manufacturing aplicados al almacenamiento	4
2.4 Herramientas de análisis para la mejora de procesos	5
2.5 Sistemas de inventarios	9
2.6 Control de inventarios: Clasificación ABC	9
2.7 Modelo de Cantidad de Pedido Fija	10
2.7.1 Cálculo del Lote Óptimo	10
3 METODOLOGÍA	12
4 DESARROLLO	13
4.1 Diagnóstico del sistema actual	13
4.1.1 Resultados de la entrevista	13
4.1.2 Resultados de la exploración visual del entorno	14
4.1.3 Mapeo del proceso general de gestión de almacenamiento	19
4.1.4 Análisis de los desplazamientos internos de materiales y personal	21
4.2 Resultados del diagnóstico	24
4.3 Problemas detectados	25
4.4 Clasificación y selección de mejoras prioritarias	29
4.5 Propuestas de mejora	31
4.5.1 Fijación de procedimientos estandarizados	31
4.5.2 Capacitación del personal	32
4.5.3 Rediseño de la distribución en planta	33
4.5.3.1 Evaluación de relaciones funcionales entre sectores	33

4.5.3.2	Clasificación ABC de productos	35
4.5.3.3	Políticas de almacenamiento para cada zona	39
5	RESULTADOS	42
5.1	Análisis comparativo del estado actual y propuesto	42
5.2	Impacto esperado de las mejoras	47
6	CONCLUSIONES	49
7	BIBLIOGRAFÍA	50
8	ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de hallazgos de la entrevista. 13

Tabla 2: Principales zonas de productos presentes en el almacén..... 21

Tabla 3: Matriz de ponderación de las propuestas de mejora. 30

Tabla 4: Hoja de Trabajo de relación de actividades. 34

Tabla 5: Ubicación recomendada por clase de productos. 38

Tabla 6: Datos utilizados para el cálculo de EOQ y ROP..... 40

Tabla 7: Resultados obtenidos para el cálculo de EOQ y ROP. 40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Entrevista cualitativa sobre el clima laboral.	5
Figura 2: Diagrama de recorrido.	6
Figura 3: Corsograma analítico.....	6
Figura 4: Diagrama de flujo de despliegue de un proceso de fabricación de partes.	7
Figura 5: Diagrama de Pareto.....	8
Figura 6: Diagrama de causa y efecto de componentes ruidosos del tablero de instrumentos. .	8
Figura 7: Diagrama de relación de actividades.	9
Figura 8: Diagrama de Pareto de la clasificación ABC.....	10
Figura 9: Ubicación geográfica de la empresa.	15
Figura 10: Vista general del galpón.....	16
Figura 11: Estanterías utilizadas para el almacenamiento de materiales.....	16
Figura 12: Acumulación de desperdicios, recortes y suciedad en el área de trabajo.....	17
Figura 13: Mostrador de atención al cliente en la empresa.	18
Figura 14: Mapeo de procesos.....	20
Figura 15: Diagrama de recorrido correspondiente a la preparación de los pedidos para las situaciones 1, 2 y 3.	23
Figura 16: Diagrama de Pareto de problemas detectados.	26
Figura 17: Diagrama de Ishikawa para el problema 1 a).....	27
Figura 18: Diagrama de Ishikawa para el problema 4 c).	28
Figura 19: Diagrama de Relación de Actividades.	34
Figura 20: Diagrama de Pareto de la clasificación ABC de las familias de productos relevadas.	37
Figura 21: Plano de la distribución en planta propuesta.	43
Figura 22: Clasificación ABC de la distribución en planta propuesta.	44
Figura 23: Diagrama de recorrido de la distribución en planta propuesta.....	46

RESUMEN

El presente trabajo aborda la mejora en la gestión de almacenamiento de una empresa metalúrgica local, en un contexto de crecientes desafíos para las PyMEs argentinas del sector, caracterizadas por estructuras familiares, decisiones centralizadas y limitaciones en la profesionalización de sus procesos. El análisis tiene como objetivo diagnosticar las principales problemáticas del sistema de almacenamiento vigente y proponer soluciones que optimicen el uso del espacio, reduzcan los tiempos operativos y fortalezcan la trazabilidad del inventario.

La metodología aplicada se basa en un enfoque descriptivo y aplicado, que incluye entrevistas al personal, observación directa, relevamiento fotográfico, mapeo de procesos y análisis mediante herramientas como diagramas de recorrido, Pareto, Ishikawa y clasificación ABC. Este diagnóstico permite identificar falencias en la distribución física, la ausencia de procedimientos estandarizados, la falta de capacitación y debilidades en el control de inventario.

A partir de ello, se diseñan propuestas de mejora que priorizan la fijación de procedimientos operativos estandarizados, la capacitación del personal y un rediseño de la distribución en planta. Estas acciones son evaluadas mediante una matriz de ponderación, que demuestra que los procedimientos estandarizados constituyen la medida de mayor impacto y menor costo, mientras que el rediseño físico, aunque crítico, requiere mayores recursos.

Los resultados evidencian mejoras esperadas en el aprovechamiento del espacio, la reducción de tiempos de recorridos internos y una mayor confiabilidad del stock. En conclusión, el trabajo aporta lineamientos prácticos y metodológicos para avanzar en la profesionalización de la gestión de almacenamiento, con impacto positivo en la eficiencia operativa y la sostenibilidad de la empresa a largo plazo.

Palabras clave: gestión de almacenamiento, PyME metalúrgica, clasificación ABC, procedimientos estandarizados.

1 INTRODUCCIÓN

Las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) del sector metalúrgico argentino enfrentan actualmente un entorno desafiante que resalta la importancia de una gestión eficiente de sus recursos. Según un informe de la Cámara de la Pequeña y Mediana Industria Metalúrgica Argentina (CAMIMA), la actividad del sector registró una caída acumulada del 13,3% en los primeros once meses de 2024, atribuida principalmente a la débil demanda y la reducción de la obra pública. Además, la utilización de la capacidad instalada se mantuvo en niveles cercanos al 50%, y el empleo disminuyó un 1,7% interanual en noviembre (InfoGremiales, 2025).

Es por ello que una gestión eficiente del almacenamiento y los recursos materiales se vuelve esencial para que las PyMEs metalúrgicas puedan adaptarse y responder con mayor agilidad a las fluctuaciones del mercado, optimicen sus operaciones y mejoren su competitividad.

En América Latina, más del 80 % de las empresas son familiares, y contribuyen aproximadamente al 60 % del PBI agregado. En Argentina, estas firmas representan un pilar fundamental en términos de empleo y producción nacional. Sin embargo, su estructura interna muchas veces presenta limitaciones que afectan su eficiencia operativa. La convivencia de intereses familiares, empresariales y patrimoniales puede dar lugar a conflictos que obstaculizan una gestión técnica y racional de los recursos (Forbes Argentina, 2025).

En particular, en este tipo de organizaciones suele observarse una fuerte resistencia a delegar, dificultad para incorporar personal externo con formación profesional, y una tendencia a tomar decisiones con base en la experiencia o la intuición. Esto se traduce en áreas críticas como la gestión de almacenamiento, donde la falta de planificación y estandarización genera pérdidas, desorden y escasa trazabilidad. La profesionalización se vuelve entonces un requisito esencial para incorporar herramientas de control, seguimiento y organización que permitan una toma de decisiones más eficiente, especialmente en contextos de incertidumbre o caída de la actividad industrial (Forbes Argentina, 2025).

En este contexto, se adopta a una empresa fundada en 1992 en la ciudad de Mar del Plata, dedicada a la comercialización de insumos industriales y navales. Posee una sucursal en la ciudad de Puerto Madryn. El vínculo directo con la organización se genera a través un convenio Facultad-Empresa, lo cual facilita el acceso a información relevante y permite diseñar propuestas ajustadas a la realidad del negocio, con herramientas propias de la ingeniería industrial. Se ha constatado que se presentan diversas problemáticas en su sistema de almacenamiento, como ser: falta de organización del espacio, inadecuado control de inventario y una débil coordinación entre los sectores de compras, depósito y ventas. Estos factores generan desperdicios, tiempos improductivos y afectan la calidad del servicio al cliente.

1.1 Planteamiento del problema

La gestión ineficiente del almacenamiento de productos de grandes dimensiones, junto con la falta de criterios técnicos en la toma de decisiones, genera cuellos de botella, pérdida de tiempo, falta de trazabilidad y un aprovechamiento inadecuado del espacio físico. Esto repercute negativamente en la competitividad y en la capacidad de respuesta de la empresa frente a sus clientes y proveedores.

1.2 Objetivos de la investigación

El objetivo principal de este trabajo es evaluar la gestión presente en el almacenamiento de los productos comercializados por la empresa, con el fin de optimizar el uso del espacio disponible, reducir desperdicios y mejorar la trazabilidad de los materiales. Para alcanzar esta meta general, se establecen una serie de objetivos específicos que se interrelacionan entre sí y permiten avanzar de manera ordenada en el análisis.

En primer lugar, se propone relevar el estado actual del sistema de almacenamiento, identificando tanto la disposición física del espacio como las problemáticas percibidas por la empresa. A partir de esta base, se buscará recopilar información detallada sobre los productos almacenados, considerando sus características, condiciones necesarias para su conservación, datos históricos de ventas y los recursos disponibles para su manipulación.

Con dicha información, se procederá a analizar la gestión vigente, evaluando su efectividad y detectando posibles puntos de mejora. Finalmente, sobre la base del diagnóstico realizado, se desarrollarán propuestas factibles de mejora orientadas a optimizar el sistema de almacenamiento de la empresa y contribuir así a una gestión más eficiente, ordenada y alineada con los objetivos estratégicos del negocio.

1.3 Justificación del estudio

El almacenamiento es un proceso clave en cualquier organización comercializadora, ya que impacta directamente en la eficiencia operativa, la satisfacción del cliente y la competitividad del negocio (Quiminet, 2025). En empresas que manipulan productos voluminosos y pesados, como caños, perfiles y chapas, la necesidad de una gestión adecuada del espacio y de los materiales es aún más crítica (Mecalux, s.f.).

A través del presente trabajo se busca aportar una solución concreta a una problemática real, consistente en la optimización del sistema de almacenamiento de la empresa y generar beneficios medibles como la reducción de desperdicios, la mejora en la trazabilidad y el aumento de la eficiencia general.

1.4 Alcance de la investigación

El trabajo se centrará exclusivamente en la sucursal ubicada en la ciudad de Mar del Plata. El análisis se enfocará específicamente en el sector de almacenamiento de la empresa, y su interacción con los proveedores y clientes a través de los sectores de mostrador y expedición.

Dado que el objetivo es la mejora de la eficiencia operativa y la trazabilidad del sistema de almacenamiento desde una perspectiva técnica y funcional, no se incluirá en el alcance de este trabajo el análisis de costos ni la evaluación de la rentabilidad económica de las propuestas. Tampoco procesos externos como logística de distribución, gestión de ventas o compras. Por lo cual, las propuestas estarán enfocadas en la mejora del orden, la trazabilidad y el aprovechamiento del espacio. Se basarán en herramientas de la ingeniería industrial como el análisis ABC, los principios de la distribución en planta y de *Lean Manufacturing*.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Gestión de almacenamiento

La gestión de almacenamiento se refiere a la planificación, organización, control y supervisión de las actividades de recepción, almacenaje, conservación y despacho de materiales. Su objetivo es asegurar que los productos estén disponibles cuando se necesiten, optimizando el espacio, reduciendo desperdicios y mejorando la eficiencia operativa. Una gestión adecuada del almacén es crítica para reducir costos logísticos, evitar pérdidas y garantizar la satisfacción del cliente (Correa Espinal et al., 2010).

Además, en industrias como la metalúrgica, donde se manipulan productos de grandes dimensiones y peso, una mala gestión de almacenamiento puede generar altos riesgos de accidentes y daños materiales.

2.2 Organización de almacenes

La distribución en planta de un almacén se refiere a la disposición física de áreas destinadas a la recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y despacho, así como del equipamiento empleado en las operaciones. Un diseño ineficiente puede derivar en desplazamientos innecesarios, tiempos muertos y mayores riesgos de accidentes (Meyers & Stephens, 2006; Kanawaty, 1996). Por ello, es esencial considerar aspectos como:

- Las dimensiones y peso de los productos.
- La frecuencia de acceso a los materiales.
- Los equipos y sistemas de manipulación existentes (racks, grúas y estanterías reforzadas).
- La seguridad del personal durante la operación.
- La correcta planificación de los espacios de circulación.

2.3 Principios de Lean Manufacturing aplicados al almacenamiento

El enfoque Lean Manufacturing busca eliminar todas las formas de desperdicio (muda) en los procesos, mejorando la eficiencia global (Hirano, 1995). Aplicado al almacenamiento, este enfoque implica:

- Reducir movimientos y transportes innecesarios.
- Mantener únicamente el stock necesario, en línea con una gestión *Just in Time*.

- Organizar el espacio mediante la implementación de la metodología 5S, la cual se compone de:
 - Seiri (Clasificar)
 - Seiton (Ordenar)
 - Seiso (Limpiar)
 - Seiketsu (Estandarizar)
 - Shitsuke (Mantener la disciplina)

2.4 Herramientas de análisis para la mejora de procesos

Para realizar un diagnóstico preciso del sistema de almacenamiento y detectar oportunidades de mejora, se utilizarán las siguientes herramientas:

- **Entrevista cualitativa:** Es una técnica de recolección de datos que consiste en una conversación entre entrevistador y entrevistado, donde se busca la construcción conjunta de significados respecto a un tema determinado. Permite explorar experiencias, percepciones, creencias, emociones o conocimientos del entrevistado (Hernández Sampieri et al., 2014). Un ejemplo de este tipo de entrevista, centrada en el clima laboral en una empresa, puede observarse en la Figura 1.

Guía de entrevista sobre el clima laboral

Fecha: _____ Hora: _____
 Lugar (ciudad y sitio específico): _____

Entrevistador:
Entrevistado (nombre, edad, género, puesto, dirección, gerencia o departamento): _____

Introducción
 Descripción general del proyecto (propósito, participantes elegidos, motivo por el cual fueron seleccionados, utilización de los datos).

Características de la entrevista
 Confidencialidad, duración aproximada.

Preguntas

1. ¿Qué opina de esta empresa?
2. ¿Cómo se siente trabajando en esta empresa?
3. ¿Cómo se siente en cuanto a su motivación en el trabajo?
4. ¿Cómo es la relación que tiene con su superior inmediato o jefe?
5. ¿Qué tan orgulloso se siente de trabajar aquí en esta empresa?
6. ¿Qué tan satisfecho está en esta empresa? ¿Por qué?
7. Si compara el trabajo que realiza en esta empresa con trabajos anteriores, ¿en cuál se sintió mejor? ¿Por qué?
8. Si le ofrecieran empleo en otra empresa, pagándole lo mismo, ¿cambiaría de trabajo?
9. ¿Cómo es la relación que tiene con sus compañeros de trabajo? ¿Podría describirla?
10. ¿Qué le gusta y qué no le gusta de su trabajo en esta empresa?
11. ¿Cómo ve su futuro en esta empresa?
12. Si estuviera frente a los dueños de esta empresa, ¿qué les diría? ¿Qué no funciona bien? ¿Qué se puede mejorar?
13. ¿Qué opinan sus compañeros de trabajo de la empresa? ¿Qué tan motivados están?
14. ¿Qué les gustaría cambiar a ellos?

Observaciones:
 Dé las gracias e insista en la confidencialidad y la posibilidad de participaciones futuras.

Figura 1: Entrevista cualitativa sobre el clima laboral.

Fuente: Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

- **Diagrama de recorrido:** Muestra gráficamente cómo se desplazan los materiales, personas o equipos dentro de un área de trabajo (ver Figura 2). Sirve para identificar recorridos largos, retrocesos, cruces peligrosos o innecesarios. Esta herramienta es fundamental para analizar la distribución en planta, ya sea en la etapa de diseño inicial o en procesos de mejora, ya que permite optimizar los flujos operativos y la asignación del espacio (Meyers & Stephens, 2006).

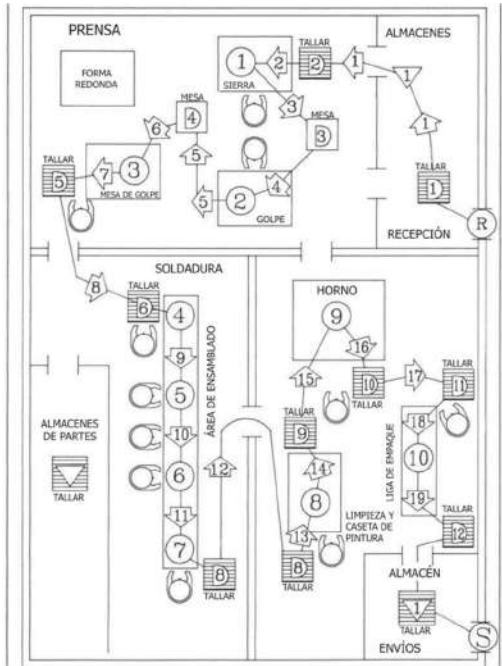


Figura 2: Diagrama de recorrido.

Fuente: Meyers, F. E. & Stephens, M. P. (2006).

- **Cursograma analítico:** Detalla todos los movimientos, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes de un material dentro del almacén (ver Figura 3). Sirve para analizar los movimientos actuales y detectar tiempos muertos y transportes innecesarios (Kanawaty, 1996).

Cursograma analítico				Operario/Material/Equipo				
Diagrama núm 4 Hoja núm. 1 de 1				Resumen				
Objeto: Cajón de piezas BX 487 (10 por cajón, en cajas de cartón)				Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Actividad: Recibir, comprobar, inspeccionar y numerar piezas; almacenarlas con los cajones				Operación	2	2	-	
				Transporte	11	6	5	
				Espera	7	2	5	
				Inspección	2	1	1	
				Almacenamiento	1	1	-	
Método: Actual/Propuesto				Distancia (m)	56,2	32,2	24	
Lugar: Departamento de recepción				Tiempo (horas-hombre)	1,96	1,16	0,80	
Operarios(s):				Costo por cajón				
Véase columna de observaciones				Mano de obra	\$10,19	\$6,03	\$4,16	
Compuesto por:				Material				
Aprobado por:								
Fecha:								
				Total	\$10,19	\$6,03	\$4,16	
Descripción	Canti- dad 1 caja	Dis- tancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo				Observaciones
				○	▷	□	▽	
Sacado de camión; colocado en plano inclinado	1,2							2 peones
Destapado por plano inclinado	6	5						2 peones
Colocado en carretilla	1							2 peones
Acarreado hasta lugar de desembalaje	6	5						1 peón
Destapado	-	5						1 peón
Acarreado hasta banco de recepción	9	5						1 peón
Espera hasta descarga	-	5						
Cajas cartón extraídas y abiertas:								
colocadas sobre banco,	-	20						Inspector
contadas y cotejadas con diseño								
Piezas numeradas y colocadas de nuevo en cajón								Peón de almacén
Espera del carretillero	-	5						
Cajón llevado al lugar de distribución	9	5						1 peón
Puesto en depósito	-							
Total		32,2	55	2	6	2	1	1

Figura 3: Cursograma analítico.

Fuente: Kanawaty, G. (1996).

- Diagrama de flujo de procesos:** Es una representación gráfica que muestra, paso a paso, las actividades que conforman un proceso, desde el inicio hasta su finalización (ver Figura 4). Permite visualizar operaciones, inspecciones, decisiones, transportes y almacenamientos, facilitando la comprensión y mejora del flujo de trabajo (Summers, 2006).

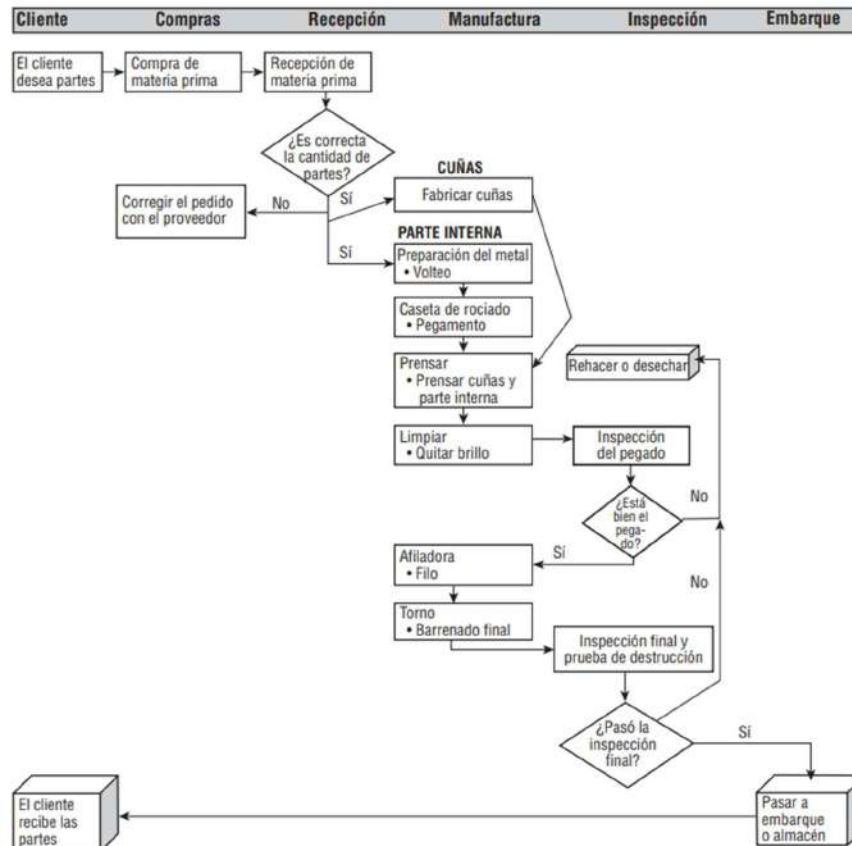


Figura 4: Diagrama de flujo de despliegue de un proceso de fabricación de partes.

Fuente: Summers, D. C. S. (2006).

- Diagrama de Pareto:** Permite identificar las causas más significativas de un problema, basándose en el principio de Pareto o regla 80/20. Este principio establece que el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas. El diagrama se representa mediante barras ordenadas de mayor a menor frecuencia o impacto, acompañadas de una línea que muestra el porcentaje acumulado (ver Figura 5), facilitando la visualización de las áreas que requieren atención prioritaria (Ept.pe, s.f.).

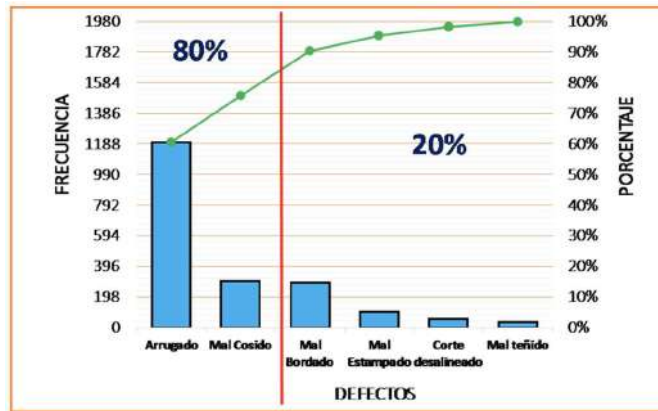


Figura 5: Diagrama de Pareto.

Fuente: Ept.pe (s.f.).

- **Diagrama de Ishikawa (causa-efecto):** Identifica todas las posibles causas y subcausas que generan un problema o efecto determinado (por ejemplo, desorden, tiempos de espera, pérdidas de stock) para llegar a las causas raíz, tal como se muestra en la Figura 6 (Summers, 2006).

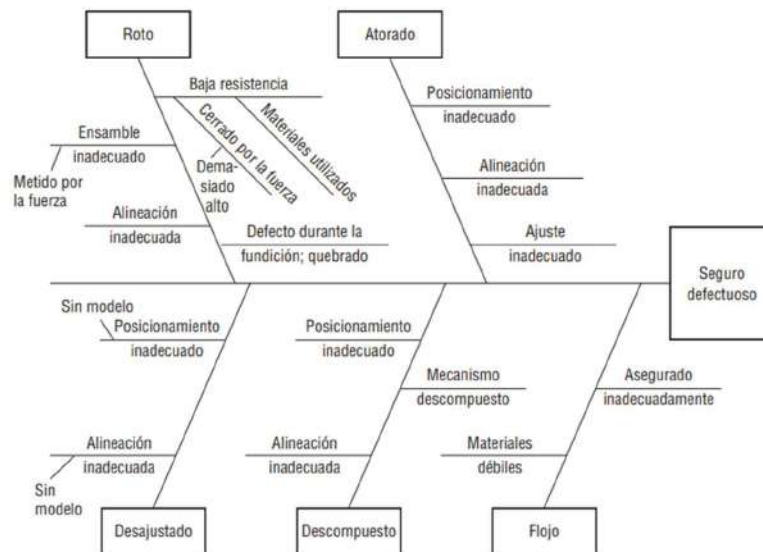


Figura 6: Diagrama de causa y efecto de componentes ruidosos del tablero de instrumentos.

Fuente: Summers, D. C. S. (2006).

- **Diagrama de relación de actividades:** Permite identificar qué tan cerca o lejos deberían estar ubicadas las distintas áreas del almacén en función de su interacción (ver Figura 7). Se usa antes de diseñar la distribución en planta para definir las relaciones lógicas entre sectores (Kanawaty, 1996).

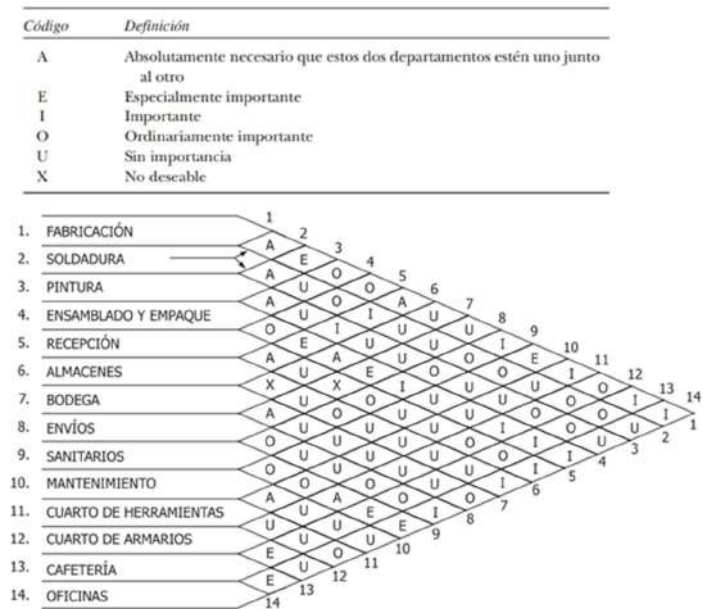


Figura 7: Diagrama de relación de actividades.
Fuente: Kanawaty, G. (1996).

2.5 Sistemas de inventarios

Un sistema de inventarios constituye el conjunto de políticas y controles que supervisan los niveles de inventario, determinan cuándo realizar nuevos pedidos y en qué cantidades (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009). Se pueden clasificar principalmente en dos grandes grupos:

- Modelos de periodo único, diseñados para decisiones de compra únicas donde el artículo no se repondrá.
- Modelos de varios periodos, donde los artículos se piden y reponen regularmente.
 - Dentro de los sistemas de varios periodos, destacan dos enfoques principales: el modelo de cantidad de pedido fija (modelo Q) y el modelo de periodo fijo (modelo P). El primero, inicia un pedido cuando el inventario baja a un punto preestablecido, en tanto el segundo realiza pedidos a intervalos regulares de tiempo.

2.6 Control de inventarios: Clasificación ABC

La clasificación ABC es una técnica de segmentación de inventarios, basada en el Diagrama de Pareto, que asigna diferentes niveles de control y seguimiento a los artículos según su valor relativo y frecuencia de consumo (Chase et al., 2009). Clasifica los artículos en (ver Figura 8):

- Clase A: Artículos de alto valor y bajo volumen. Representan el 20% del total de los artículos, pero concentran alrededor del 85% del valor total del inventario.

- Clase B: Artículos de valor y consumo intermedio. Constituyen el 10% del total de los artículos y representan el 5% del valor total del inventario.
- Clase C: Artículos de bajo valor y alto volumen. Abarcan el 70% del total de los artículos y representan el 10% del valor total del inventario.

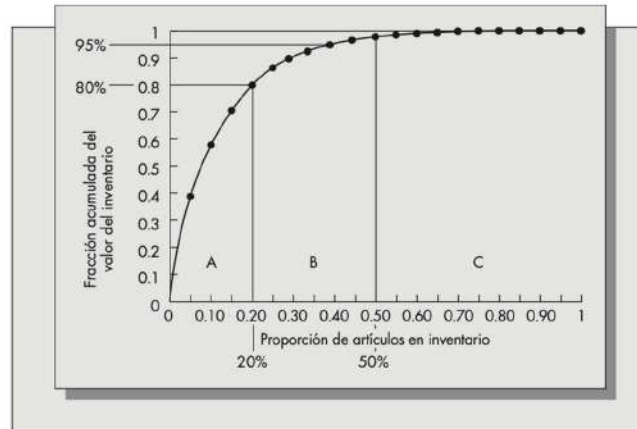


Figura 8: Diagrama de Pareto de la clasificación ABC.

Fuente: Nahmias, S. (2014).

2.7 Modelo de Cantidad de Pedido Fija

El modelo de cantidad de pedido fija (modelo Q) implica monitorear continuamente los niveles de inventario y realizar un pedido de tamaño constante Q cada vez que el inventario disponible alcanza un punto de reposición R . Este método es ideal para productos de alto valor o críticos para la operación, ya que permite una respuesta ágil ante posibles faltantes (Chase et al., 2009).

El punto de reposición o de pedido indica el nivel de inventario en el que se debe emitir un nuevo pedido para evitar quiebres de stock. Se define considerando:

- La demanda promedio diaria.
- El tiempo de reposición (*lead time*) que puede o no coincidir con el tiempo de entrega del proveedor.
- El nivel de inventario de seguridad necesario para cubrir variaciones en la demanda mientras transcurre el tiempo de reposición.

2.7.1 Cálculo del Lote Óptimo

El tamaño óptimo del lote de pedido se calcula utilizando la fórmula (1) de la Cantidad Económica de Pedido (EOQ, por sus siglas en inglés) (Chase et al., 2009):

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}} \quad (1)$$

donde:

- Q_{opt} = cantidad económica de pedido (EOQ),
- D = demanda anual (unidades/año),
- S = costo de preparación o costo de colocación de un pedido,
- H = costo anual de mantener una unidad en inventario ($H = i \cdot C$, donde i es la tasa de interés real¹ y C es el costo unitario del artículo).

El cálculo del punto de reorden cuando la demanda es incierta incorpora un stock de seguridad y se realiza mediante la fórmula (2).

$$R = \underline{d} \cdot L + z \cdot \sigma L \quad (2)$$

donde:

- R = punto de reorden (ROP),
- $\underline{d}$ = demanda diaria promedio,
- L = tiempo de reposición en días,
- z = valor de la tabla de Brown asociado al nivel de servicio deseado o a la distribución normal estándar en caso de utilizar el criterio de la probabilidad de ruptura de stock,
- σL = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega ($\sigma L = \sigma d \cdot \sqrt{L}$, siendo σd la desviación estándar de la demanda diaria),
- $z \cdot \sigma L$ = stock de seguridad (SS).

¹ Rendimiento neto que obtenemos en la cesión de una cantidad de capital o dinero, una vez hemos tenido en cuenta los efectos y las correcciones en la inflación.

3 METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se basa en un enfoque descriptivo y aplicado, con el objetivo de evaluar el sistema actual de almacenamiento de una empresa metalúrgica y proponer mejoras que optimicen su funcionamiento. Se trabaja en base a la recolección de datos primarios, observación directa, entrevistas con el personal, análisis documental y uso de herramientas propias de la ingeniería industrial.

A continuación, se detalla la metodología en función de los objetivos específicos planteados.

1. Relevamiento del estado actual del sistema de almacenamiento:

Se realizan visitas al lugar, entrevistas con el personal a cargo y la gerencia, y se emplean herramientas de ingeniería industrial como diagramas de flujo de procesos y la distribución de planta del área, entre otros, para representar y comprender cómo está organizado el almacenamiento actualmente.

2. Recolección de datos:

Se recopila información detallada sobre los productos almacenados (tipos, dimensiones, frecuencia de venta, condiciones de almacenamiento), así como del equipamiento disponible para su manipulación. Se utilizan planillas estructuradas para recolección de datos y posterior volcado en una plantilla de cálculo, entrevistas con la gerencia y el personal a cargo del sector para asegurar la obtención de datos primarios confiables.

3. Análisis del sistema actual:

Con los datos obtenidos se analiza la eficiencia del sistema mediante herramientas como el diagrama de relación de actividades, cursograma analítico, diagrama de recorrido, diagrama de Ishikawa (causa-efecto) y diagrama de Pareto, entre otras. Esto permite identificar los principales puntos críticos del sistema, detectar causas de ineficiencia y oportunidades de mejora.

4. Propuesta de mejora:

A partir del análisis anterior, se elaboran propuestas concretas para optimizar el uso del espacio, mejorar la organización del almacén y fortalecer la trazabilidad de los productos. Se utilizan conceptos como distribución de planta optimizada, clasificación ABC, punto de pedido y principios de Lean Manufacturing (como las 5S), entre otros.

4 DESARROLLO

Este capítulo presenta el diagnóstico detallado del sistema vigente de almacenamiento de la empresa en estudio. El objetivo de esta sección es identificar y comprender las problemáticas existentes que afectan la eficiencia operativa del sistema de almacenamiento, con el fin de proponer mejoras concretas y sustentadas en los datos relevados.

4.1 Diagnóstico del sistema actual

Para proceder a realizar el diagnóstico se concreta una visita a la empresa con el fin de relevar información directa sobre las operaciones que allí se desarrollan. Una vez en la empresa, en primer lugar, se entrevista al responsable de la casa central en Mar del Plata. Luego, se efectúa una observación visual y registro fotográfico de los espacios asignados a almacenamiento, carga y descarga, y mostrador. Durante el recorrido se consulta al personal del sector para evacuar dudas al respecto. Las mencionadas actividades han permitido observar el funcionamiento general del almacén y conocer los procesos implicados en la recepción, almacenamiento, preparación y entrega de pedidos. Este primer relevamiento tuvo como objetivo principal recopilar datos cualitativos que constituyan una base para el diagnóstico respecto a la distribución física, los desplazamientos internos, los métodos de trabajo y los sistemas de control de inventario.

4.1.1 Resultados de la entrevista

Para la entrevista, se utiliza un cuestionario base que permita, además, la incorporación de preguntas espontáneas surgidas durante el transcurso de la conversación (véase Anexo A).

A partir de esta instancia, se identificaron una serie de aspectos clave que se agrupan en la Tabla 1.

Tabla 1: Resumen de hallazgos de la entrevista.

Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Principales hallazgos
Gestión organizacional	- Estructura reducida y centralizada. - Decisiones tomadas por los dueños. - Falta de estandarización en procesos. - Tareas realizadas por hábito, sin procedimientos escritos.
Distribución física del almacén	- Recepción y despacho por calle Acha. - Material pesado apilado en racks verticales. - Zonas de corte y almacenamiento sobre el piso sin espacio definido. - Entrepiso y rincones con mercadería en desuso.

Operaciones y manipulación	- Uso de puente grúa, carritos, escaleras y corte con soplete/serrucho. - Dificultad para extraer piezas apiladas en altura. - Recorridos interrumpidos por obstáculos y falta de orden. - Máquina de corte por plasma sin uso por falta de capacitación.
Gestión de stock	- Sistema “Quality Soft” con errores humanos frecuentes. - Cálculo de stock mínimo basado en Excel y consumo a 6 meses. - Inventarios generales cada 2–3 años, con categorías nunca actualizadas.
Equipamiento y recursos	- Estanterías sin comprobación de carga. - Estanterías insuficientes. - Máquinas en desuso. - Amoblamiento obsoleto. - Personal con falta de capacitación en el uso de sistema informático.
Espacio: condiciones y limpieza	- Acumulación de suciedad, desperdicios, maquinaria y amoblamiento en desuso. - Obstáculos en pasillos (p.e. carrito de supermercado, cajas).
Control administrativo	- Errores en el sistema por distracciones del personal (p.e. uso de celular). - Falta de trazabilidad de ubicación física de los productos por falta de registros.

4.1.2 Resultados de la exploración visual del entorno

La empresa dispone de un galpón que funciona como depósito de aproximadamente 1.300 m², utilizado casi en su totalidad para tareas de almacenamiento de productos metalúrgicos, preparación de pedidos y expedición (ver Figura 9).



*Figura 9: Ubicación geográfica de la empresa.
Fuente: Google Maps (2025).*

En la parte posterior del galpón, con acceso desde la calle Acha, se encuentra la zona de recepción de mercadería. En este sector se descargan productos de gran volumen y peso mediante el uso de un puente grúa. Esta área comparte espacio con zonas de tránsito y corte de materiales, lo que genera superposición de actividades, interrupciones frecuentes en las tareas operativas y riesgos asociados a la manipulación simultánea de cargas.

Como se observa en la Figura 10, la disposición de los materiales en el depósito no responde a una lógica planificada basada en criterios técnicos o de rotación, sino que está condicionada por la disponibilidad de espacio en el momento de ingreso de la mercadería. Esto da lugar a recorridos innecesarios, acumulación desordenada de productos, superposición de materiales y dificultades en la localización de artículos específicos. Asimismo, se observan sectores con alta concentración de materiales junto a zonas parcialmente vacías o utilizados para almacenar maquinaria fuera de uso y productos obsoletos, lo cual evidencia un bajo aprovechamiento del espacio disponible.



*Figura 10: Vista general del galpón.
Fuente: Fotografía propia (2025).*

En la Figura 11, se puede observar que las estanterías verticales utilizadas para almacenar caños estructurales, perfiles, tubos y planchuelas no presentan señalización visible sobre su capacidad máxima de carga ni controles formales del peso soportado, lo cual representa un riesgo potencial para la seguridad del personal.



*Figura 11: Estanterías utilizadas para el almacenamiento de materiales.
Fuente: Fotografía propia (2025).*

También se detectó acumulación de materiales de descarte (restos de corte, chapas dañadas o sobrantes) distribuidos en forma aleatoria, sin una clasificación ni un sector designado específicamente para su almacenamiento (ver Figura 12).



Figura 12: Acumulación de desperdicios, recortes y suciedad en el área de trabajo.

Fuente: Fotografía propia (2025).

Si bien el galpón cuenta con un entrepiso, al momento del relevamiento se observó que solo tiene elementos en desuso, por lo cual, no se tendrá en cuenta para la mejora de la distribución en planta.

Como se observa en la Figura 13, el sector más cercano al mostrador (que se ubica en el edificio adjunto al galpón) concentra los productos de menor tamaño como bulonería, accesorios roscados, elementos para soldadura y otros productos livianos. En varios casos se encuentran apilados en cajas sobre el piso o almacenados en estanterías sobrecargadas. Para alcanzar los niveles superiores, los operarios recurren a baldes, escaleras improvisadas o elementos no apropiados, lo cual constituye una condición insegura de trabajo. Si bien algunos utilizan elementos de protección como fajas de peso o gafas, su uso no es generalizado.



*Figura 13: Mostrador de atención al cliente en la empresa.
Fuente: Fotografía propia (2025).*

Posteriormente, se lleva a cabo un relevamiento específico de los desplazamientos internos tanto de materiales como del personal operativo que nos permita luego identificar cuellos de botella, superposición de trayectorias y oportunidades de mejora en la organización de los recorridos.

En el caso de los productos de gran porte, el proceso comienza con la llegada del transporte del proveedor por la calle Acha, donde es descargado mediante el puente grúa en la zona posterior del depósito. Una vez terminada la descarga, se controla con el remito y luego los materiales se almacenan según el espacio disponible, sin un criterio definido de ubicación. Cuando se requiere preparar un pedido, los productos necesarios se retiran del área de almacenamiento. En caso de necesitar cortes, los materiales se trasladan hacia la zona de corte, la cual no está delimitada ni diferenciada del resto del espacio operativo. Esta falta de sectorización hace que las tareas de corte se realicen en cualquier área libre, interfiriendo con los recorridos y otras operaciones como la recepción o el armado de pedidos. Una vez cortados, los productos se agrupan, se arma el pedido correspondiente y se cargan en el transporte que decida el cliente para su despacho, también utilizando el puente grúa y con la copia del remito se ajusta el inventario.

En cuanto al armado de pedidos menores, los recorridos realizados por el personal involucran desplazamientos desordenados entre distintas estanterías, zonas de picking y mostrador.

Adicionalmente, no se detectaron recorridos específicos o diferenciados entre las principales áreas del almacén (recepción, almacenamiento, corte, expedición y atención al cliente).

4.1.3 Mapeo del proceso general de gestión de almacenamiento

En la Figura 14, se presenta un análisis del proceso general de gestión de almacenamiento en la empresa, comenzando en la recepción de mercadería hasta la actualización del inventario luego del despacho final. El proceso puede dividirse en cinco grandes etapas: recepción, almacenamiento, corte y preparación de pedidos, despacho y actualización del inventario.

MEJORA EN LA GESTIÓN DE ALMACENAMIENTO EN UNA EMPRESA METALÚRGICA LOCAL

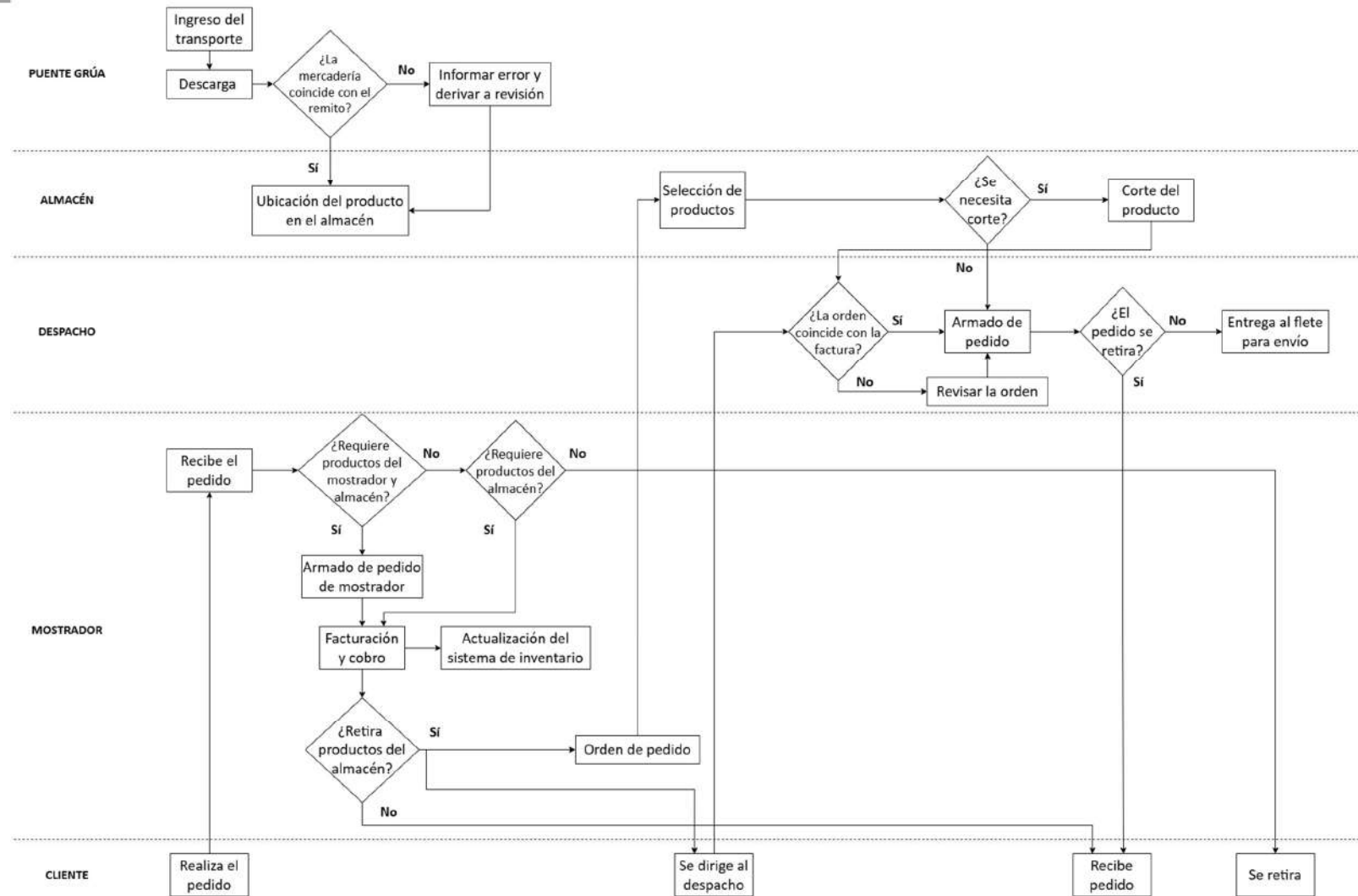


Figura 14: Mapeo de procesos.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Análisis de los desplazamientos internos de materiales y personal

Para este análisis, se definen tres pedidos concretos que reflejan recorridos habituales de armado de pedidos por parte del personal, considerando productos de distintas características y zonas de trabajo. Cada una de estas situaciones es llevada a cabo por un empleado del mostrador y se desarrollan de manera simultánea, tal como ocurre habitualmente durante la jornada laboral. En los casos que se requiera corte o manipulación de materiales pesados, intervienen los operarios del galpón, cuya disponibilidad depende de otras tareas en curso.

- Situación 1: Preparación de un pedido de productos pequeños para entrega por mostrador, que incluye una válvula esférica BCE de 1/2", 20 bulones con reducción y cabeza cuadrada INOX 1/2"x1" y una bomba de agua ROWA SFL 12.
- Situación 2: Armado de una orden de corte y entrega de materiales voluminosos, que incluye una chapa naval certificada de 1/4" de espesor de 1,5 m de largo y dos chapas INOX 304 de 0,5 mm de espesor (1000x2000).
- Situación 3: Preparación de un pedido compuesto, que incluye una pieza de termofusión K10 UNIÓN NORMAL 16 mm, una brida INOX serie 150-304 slip-on de 1/2" y un caño INOX 5 SCH 10 (3,4) 304 de 1,5 m de largo.

En primer lugar, se elabora un plano que representa la disposición actual de la empresa, el cual se presenta en el Anexo B y en el Anexo C la vista ampliada del mismo. Con el fin de facilitar la representación de la distribución en planta, se enumeran las agrupaciones de los productos en las nueve zonas, como se muestra en la Tabla 2. Cada zona se encuentra definida por las características principales y dimensiones típicas de los artículos que la componen.

Tabla 2: Principales zonas de productos presentes en el almacén.

Fuente: Elaboración propia.

Zonas	Principales características	Dimensiones típicas
1	Bulones, tornillos, arandelas, válvulas (bronce e incendio), instrumental, bombas, niples	Variadas medidas
2	Termofusión	Variadas medidas
3	Accesorios para soldar y roscados, inoxidable, negros y galvanizados (reducciones, casquetes, codos)	Variadas medidas
4	Chapas (estándar, galvanizadas e inoxidable)	Variadas medidas
5	Bridas	Variadas medidas

6	Caños (estándar, galvanizados e inoxidables)	L = 6,4 m, variados espesores
7	Perfilería negra, ángulos, varillas	Variadas medidas
8	Desperdicios y recortes	Variadas medidas
9	Tubos, planchuelas, macizos, cuadrados (estándar e inoxidables)	L = 6,0 m, L = 1,0 m, L = 6,4 m, variados espesores

En la Figura 15, se observa el diagrama de recorrido que permite identificar visualmente los trayectos, retrocesos, puntos de cruce y zonas críticas. Se utiliza un código de colores para diferenciar los trayectos correspondientes a cada una de las situaciones analizadas: verde para la situación 1, rojo para la situación 2 y azul para la situación 3.

Para facilitar la lectura, los cursogramas analíticos correspondientes al diagrama de recorrido presentado en la Figura 15 que contienen las referencias a los símbolos aquí mostrados se presentan en el Anexo D.

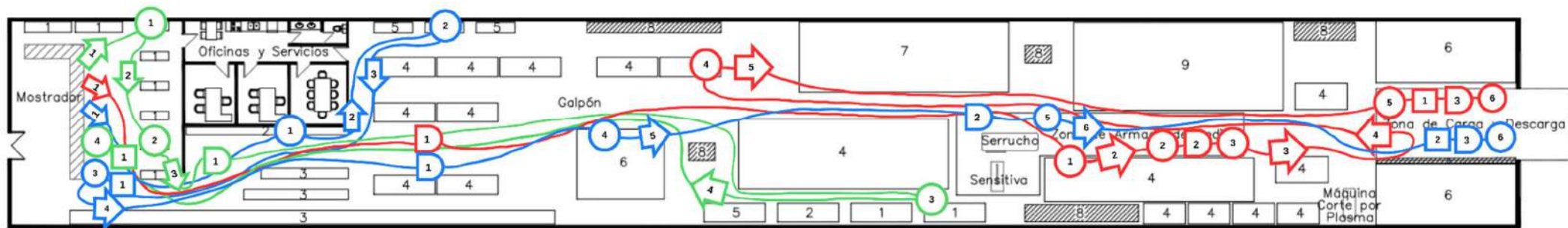


Figura 15: Diagrama de recorrido correspondiente a la preparación de los pedidos para las situaciones 1, 2 y 3.

Fuente: Elaboración propia en base a distribución en planta relevada.

4.2 Resultados del diagnóstico

El relevamiento realizado permite identificar las características actuales del depósito en cuanto a la distribución del espacio, la disposición de productos, la secuencia de actividades y el uso de recursos.

En lo que respecta a la disposición en planta, el espacio no responde a un diseño planificado ni a criterios de optimización de recorridos. Existen sectores saturados y otros subutilizados, y las zonas de carga y descarga, corte y tránsito se superponen. La falta de delimitación de áreas específicas para corte, preparación de pedidos o acopio de recortes provoca movimientos y acumulaciones que dificultan el conteo y la trazabilidad de los productos.

En la organización del almacenamiento, los artículos se ubican según disponibilidad de espacio al momento del ingreso, sin aplicar criterios de clasificación por tipo, tamaño, rotación o frecuencia de uso. La ausencia de señalización e identificación de sectores o estanterías incrementa la dificultad para localizar productos y aumenta la probabilidad de registrar datos incorrectos en el sistema. Algunos materiales pesados están almacenados sin control de carga o directamente en el piso, lo que complica el acceso y retrasa la actualización de movimientos.

Respecto a desplazamientos y manipulación, los recorridos internos no están definidos ni señalizados, generando trayectorias extensas y cruces de operarios. La manipulación de materiales de gran porte o peso requiere, en muchos casos, más de un operario, lo que prolonga los tiempos y multiplica las oportunidades de que no se registren correctamente los movimientos de inventario.

En el control de inventario, el sistema informático actual (Quality Soft) registra únicamente cantidades, sin detallar la ubicación física de los productos. No se aplican rutinas de conteo cíclico ni auditorías periódicas, y el control físico se realiza de forma manual y esporádica. Estas condiciones dificultan la detección temprana de diferencias y favorecen la permanencia de artículos sin rotación en zonas operativas, ocupando espacio y sin ser depurados del sistema.

En cuanto a la estructura organizativa, la empresa presenta un esquema reducido y centralizado. Las decisiones clave, tanto operativas como estratégicas, son tomadas mayormente por los dueños o por referentes con conocimientos técnicos, pero sin formación específica en gestión organizacional. Esta dependencia de la experiencia personal y la falta de estandarización generan una gestión informal, en la que muchas tareas se ejecutan por hábito y sin procedimientos escritos. Como consecuencia, se observan inconsistencias en la información, demoras en actividades rutinarias y dificultades para implementar mejoras sostenidas en el tiempo.

Por otra parte, el entrepiso del depósito se encuentra en desuso y presenta un nivel de desorden que limita su aprovechamiento. La aplicación de la metodología 5S en este sector permitiría incrementar la superficie útil y destinarla al almacenamiento de elementos livianos y de baja rotación, liberando áreas operativas críticas y mejorando la organización general del espacio.

Finalmente, el diagrama de recorrido y los cursogramas analíticos muestran que los desplazamientos no están estandarizados ni señalizados, y que hay superposición de tareas en los mismos pasillos. Esta situación no solo reduce la eficiencia, sino que también incrementa la probabilidad de movimientos no registrados o registros erróneos en el sistema.

4.3 Problemas detectados

Las principales falencias identificadas en el sistema de almacenamiento se agrupan en las siguientes categorías:

1) Distribución física y distribución en planta

- a) El diseño del espacio no responde a una distribución en planta planificada ni funcional.
- b) Sectores saturados y otros subutilizados.
- c) Superposición de zonas de carga/descarga, corte y tránsito, lo que interrumpe las operaciones.
- d) Falta de áreas exclusivas para corte, preparación de pedidos y acopio de recortes.

2) Organización del almacenamiento

- a) Almacenamiento en función del espacio disponible, sin criterios técnicos por tipo, tamaño, rotación o frecuencia de uso.
- b) Ausencia de señalización e identificación de sectores y estanterías.
- c) Apilado inadecuado de materiales pesados y estructuras sin control de carga.
- d) Desorden y sobrecarga en entrepisos y estanterías.

3) Desplazamientos y manipulación

- a) Recorridos internos extensos, desordenados y sin señalización.
- b) Manipulación de materiales pesados que requiere más de un operario, lo que incrementa los tiempos y riesgos.
- c) Ausencia de trayectorias definidas entre zonas clave como recepción, corte, almacenamiento y expedición.

4) Control de inventario

- a) El sistema informático no registra la ubicación física de los productos.
- b) Errores frecuentes en la carga de datos (medidas, unidades, cantidades).
- c) Diferencias entre stock físico y stock teórico.
- d) Controles manuales, esporádicos y sin inventarios cíclicos.
- e) Presencia de productos obsoletos ocupando espacio operativo.

5) Preparación de pedidos y atención al cliente

- a) Falta de procedimientos estandarizados para el armado de pedidos.
- b) Dependencia de operarios experimentados para encontrar los productos.
- c) La ausencia de control físico final favorece entregas incompletas o incorrectas.

- d)** El armado de pedidos se realiza directamente desde el almacenamiento, sin verificación previa.

Con el objeto de jerarquizar los problemas y determinar cuáles representan un mayor impacto en la operatoria, se aplica un análisis Pareto (ver Figura 16).

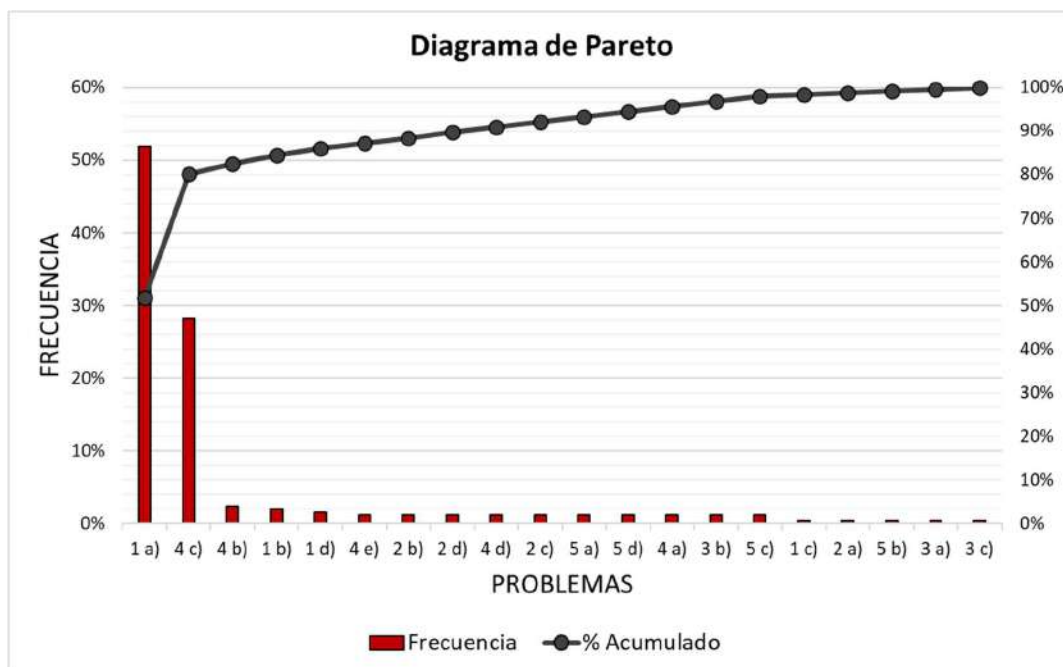


Figura 16: Diagrama de Pareto de problemas detectados.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis efectuado, se observa que dos problemas ocasionan el 80% de las fallas:

- 1 a)** El diseño del espacio no responde a una distribución en planta planificada ni funcional.
4 c) Diferencias entre el stock físico y el stock teórico.

Esto confirma que ambos constituyen las principales limitaciones del sistema actual y, en consecuencia, deben ser considerados prioritarios para la formulación de propuestas de mejora.

Con el fin de profundizar en la comprensión de las causas que originan dichos problemas, se recurre al Diagrama de Causa y Efecto o Diagrama de Ishikawa (Ver Figura 17 y Figura 18). Para ambos casos, se identificaron y agruparon las causas más relevantes en seis categorías: métodos, mano de obra, materiales, maquinaria, entorno físico e información.

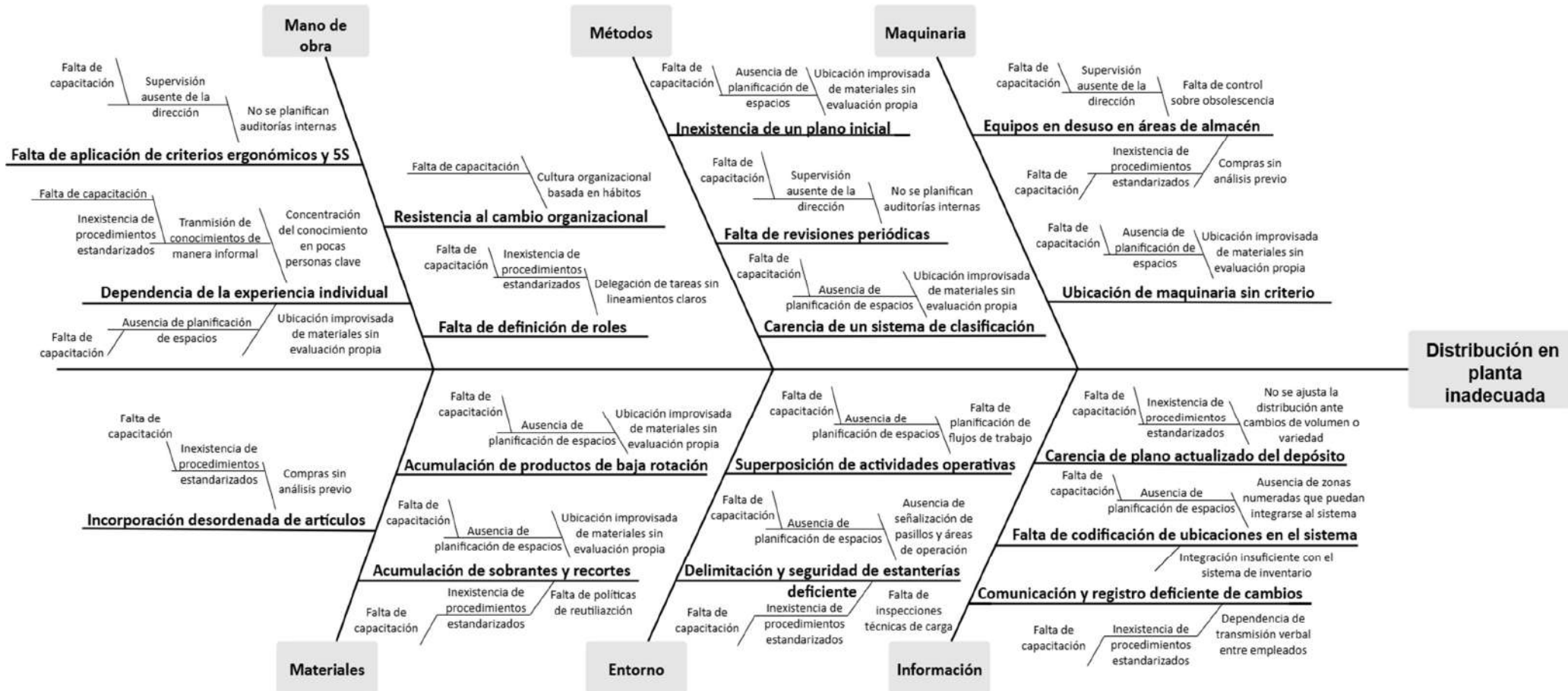


Figura 17: Diagrama de Ishikawa para el problema 1 a).
Fuente: Elaboración propia.

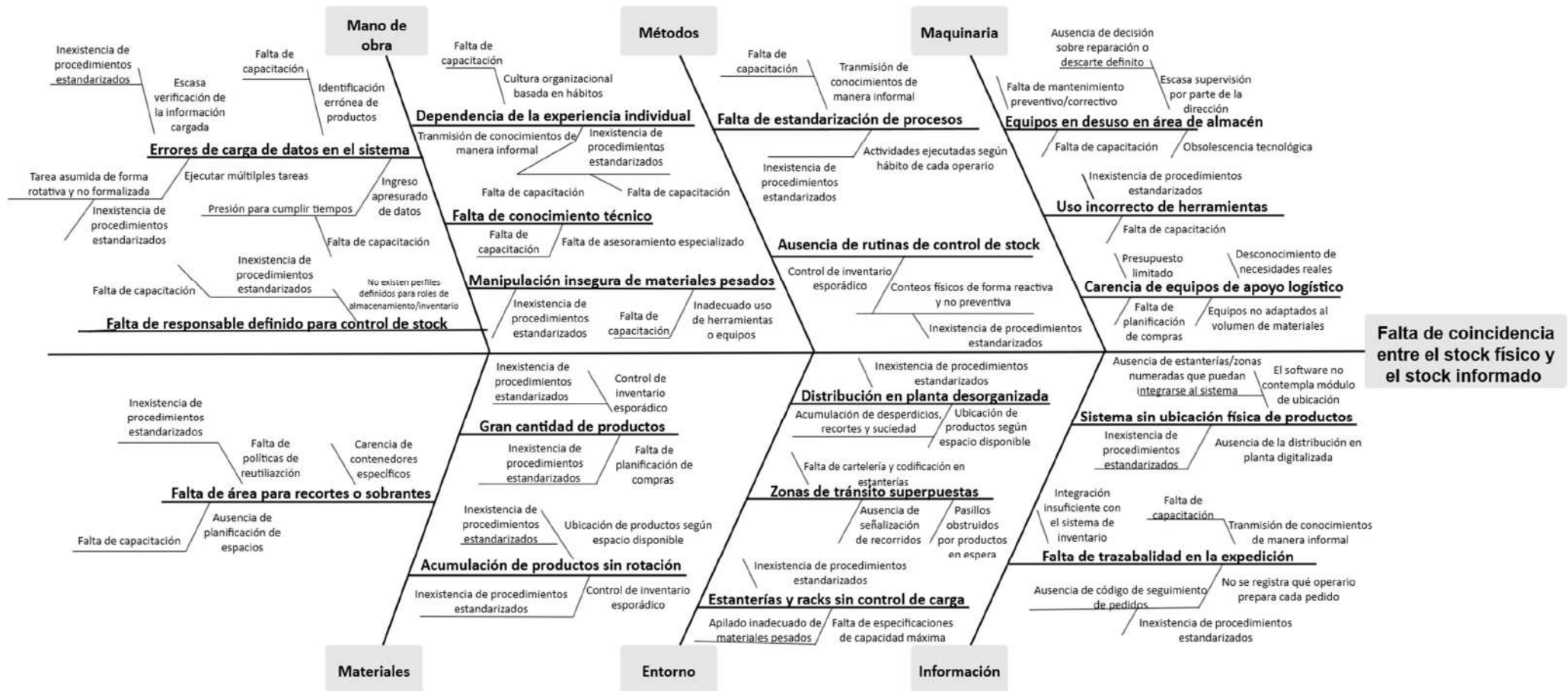


Figura 18: Diagrama de Ishikawa para el problema 4 c).
Fuente: Elaboración propia.

El análisis conjunto de ambos diagramas permite concluir que comparten causas profundas de origen organizacional y metodológico. En primer lugar, se observa una ausencia de procedimientos estandarizados para registrar, controlar y verificar los movimientos de materiales, lo que genera inconsistencias en la información y errores en el inventario. A esto se suma una fuerte dependencia del conocimiento empírico e individual, reforzada por la transmisión informal de saberes y la falta de capacitación.

Asimismo, la organización física deficiente y la planificación inexistente de los espacios de almacenamiento derivan en ubicaciones improvisadas, sin criterios de rotación ni de criticidad, lo que dificulta tanto la ubicación de los productos como la confiabilidad del stock registrado. El sistema informático incompleto y la ausencia de controles en la expedición refuerzan esta brecha entre lo que está registrado y lo que efectivamente existe en el depósito.

Finalmente, la inexistencia de roles claros, de supervisión y de criterios de control, junto con una cultura organizacional basada en hábitos, consolidan un entorno en el que los errores se repiten y se acumulan sin mecanismos que los corrijan.

En síntesis, la raíz común de ambos problemas se encuentra en la falta de estandarización, capacitación y planificación física, sumada a una gestión basada en prácticas informales, lo que impacta tanto en la eficiencia del espacio como en la confiabilidad del inventario.

4.4 Clasificación y selección de mejoras prioritarias

En base al relevamiento realizado y el análisis de causas comunes detectadas, se establece que las líneas de acción deben orientarse a:

- 1. Fijación de procedimientos estandarizados:** documentar y formalizar los procedimientos operativos para el registro y control de movimientos de inventario (recepción, almacenamiento, picking, expedición y bajas), con el objetivo de reducir discrepancias, mejorar la trazabilidad y estandarizar las prácticas entre operadores.
- 2. Capacitación del personal:** asegurar la comprensión y aplicación de los nuevos procedimientos, reduciendo la dependencia de la experiencia individual y la transmisión informal de saberes. La capacitación debe explicar no sólo el “cómo”, sino también el “por qué” de los cambios, para favorecer la adopción real y sostenida de las mejoras.
- 3. Rediseño de la distribución en planta:** reorganizar las áreas clave, eliminando elementos en desuso, delimitando zonas específicas y optimizando los recorridos internos. Este paso debe iniciarse con la liberación de espacio y recursos, antes de aplicar modificaciones mayores, garantizando un uso más eficiente del área productiva.

Se procede a la evaluación comparativa de las propuestas de mejora mediante una matriz de ponderación (ver Tabla 3). Para ello, se definen factores clave que determinan la conveniencia de cada alternativa: facilidad de implementación, costo relativo, tiempo de ejecución, impacto

en la reducción de errores, mejora de eficiencia/productividad, potencial de ahorro o aumento de ingresos y sostenibilidad en el tiempo.

Se adopta una escala ordinal de 1 a 5 (1 = impacto/facilidad baja; 5 = impacto/facilidad alta) para puntuar cada propuesta frente a cada factor. Cada factor recibe un peso proporcional a su relevancia estratégica (suma 100%). El puntaje final de cada propuesta se obtiene multiplicando la puntuación por el peso del factor (contribución ponderada) y sumando las contribuciones para obtener un total comparable entre alternativas. La alternativa con mayor puntaje ponderado se considera de prioridad inmediata para implementación.

Tabla 3: Matriz de ponderación de las propuestas de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Factor	Procedimientos		Capacitación		Rediseño	
	Puntaje	Contribución	Puntaje	Contribución	Puntaje	Contribución
Facilidad implementación (20)	5	100	4	80	2	40
Bajo costo (15)	5	75	3	45	2	30
Rapidez / tiempo (15)	5	75	3	45	2	30
Impacto reducción errores (20)	5	100	4	80	3	60
Mejora eficiencia (15)	4	60	4	60	5	75
Potencial ingresos/ahorro (7)	2	14	2	14	4	28
Sostenibilidad (8)	4	32	3	24	4	32
Total ponderado	—	456 → 4,56/5	—	348 → 3,48/5	—	295 → 2,95/5

Finalmente, la propuesta de fijación de procedimientos estandarizados constituye la medida de menor costo y mayor impacto, ya que no requiere inversiones en infraestructura y permite generar mejoras significativas en la trazabilidad, la coherencia del inventario y la eficiencia de las operaciones. Esta acción representa la base necesaria para sostener las demás, dado que establece un marco formal y común para todos los operarios. En segundo lugar, la capacitación del personal se plantea como un paso imprescindible para garantizar la correcta adopción de los

nuevos procedimientos. Por último, se proyecta el rediseño físico de la planta, el cual, si bien resulta crítico para la eficiencia a mediano plazo, demanda mayor inversión y tiempo, por lo que se prioriza después de las dos primeras acciones.

4.5 Propuestas de mejora

A partir del diagnóstico realizado y de la priorización de acciones mediante la matriz de ponderación, se definen un conjunto de propuestas orientadas a resolver las principales problemáticas detectadas en la empresa. En esta sección se desarrolla cada una de ellas, con el propósito de establecer un plan de mejora integral que permita optimizar la gestión del almacén y la eficiencia operativa.

4.5.1 Fijación de procedimientos estandarizados

Se propone el diseño, documentación e implementación de procedimientos operativos estandarizados (POE) que abarquen todas las etapas críticas del proceso logístico: recepción, almacenamiento, preparación de pedidos, corte y acondicionamiento, expedición, y control de stock.

La metodología consiste en relevar las prácticas actuales, consensuar con los responsables y operarios las secuencias correctas de trabajo, y formalizar estas actividades en documentos claros, que incluyan objetivos, pasos operativos, responsables, registros asociados, medidas de control y períodos de revisión para asegurar su actualización y mejora continua.

En primer lugar, el procedimiento de **recepción de mercadería** debe contemplar la verificación del remito contra lo entregado, la inspección visual y dimensional de los materiales, el registro inmediato en el sistema y la asignación de una etiqueta que garantice su trazabilidad desde el momento de ingreso. Este documento también establece qué hacer en casos de discrepancias, daños o faltantes.

El procedimiento de **almacenamiento** tiene como fin ordenar los productos de acuerdo con la distribución en planta propuesta, con ubicaciones fijas por categoría y rotación. El documento debe estandarizar la forma de registrar la ubicación en el sistema, así como el modo de identificar visualmente cada estantería y sector.

En relación con la **preparación de pedidos**, el procedimiento regula tanto los pedidos de mostrador como los del almacén, que requieren manipulación de materiales voluminosos. Se establece la obligación de utilizar una orden de pedido como guía, la secuencia de búsqueda de productos, la necesidad de verificación contra el pedido antes de despachar, y la forma en que se debe registrar la salida en el sistema.

El procedimiento de **corte y acondicionamiento** estandariza la manipulación de chapas, caños y planchuelas en la zona específica destinada a este fin. Incluye la preparación y uso seguro de equipos de corte (oxicorte, plasma, sensitiva), y la separación, almacenamiento y registro en el sistema de los recortes generados.

En cuanto a la **expedición**, existen dos procedimientos, uno cuando se retira del mostrador y otro cuando se retira directamente del almacén. Los procedimientos definen las verificaciones previas a la entrega/envío, el acondicionamiento seguro de los materiales, el registro de la salida en el sistema y la entrega de la documentación al transportista si correspondiese.

Por último, se establece un procedimiento de **control de stock y ajustes**, que especifica la frecuencia de los controles, la forma de registrar diferencias, las instrucciones para dar de baja productos obsoletos y la elaboración de informes de discrepancias.

El diseño de estos procedimientos requeriría un período de aproximadamente seis semanas, durante el cual se lleva a cabo la redacción y validación interna, y una jornada de capacitación para entrenar al personal correspondiente.

4.5.2 Capacitación del personal

Se plantea un plan de formación continua orientado a homogeneizar criterios de trabajo y reducir la dependencia de la experiencia individual a través de la aplicación de los procedimientos establecidos. Se debe asegurar que todos los operarios comprendan no sólo la forma de ejecutar cada tarea, sino también la importancia de hacerlo bajo parámetros de calidad, seguridad y eficiencia.

El plan se plantea bajo las siguientes premisas:

1. Selección del momento de implementación

Se realiza la capacitación en épocas del año donde la actividad del sector metalúrgico se encuentre en menor nivel de demanda, de modo de minimizar el impacto operativo. Esta decisión se ajusta a la estacionalidad del rubro, y es definida en coordinación con la gerencia, a fin de no perjudicar los intereses productivos.

2. Condiciones laborales de la capacitación

Se lleva a cabo dentro de la jornada laboral o fuera de ella, debe ser remunerada como horas trabajadas, lo cual contribuye a fomentar la participación activa del personal y a reducir posibles resistencias. Asimismo, se garantiza la provisión de los recursos básicos para un ambiente adecuado: espacio físico, materiales de apoyo y pausas acordes a la duración de cada sesión.

3. Modalidad y duración

El programa se organiza en módulos cortos y prácticos, de entre 2 y 3 horas cada uno, distribuidos en varias jornadas. La duración total estimada dependerá de la complejidad de la temática a tratar para permitir que los operarios puedan incorporar progresivamente los contenidos sin afectar gravemente la continuidad de las operaciones. Además, se designan referentes internos (capacitadores internos o supervisores) que acompañen las sesiones, para favorecer un aprendizaje más cercano y contextualizado.

4. Contenidos del plan de capacitación

Los módulos incluirán los siguientes ejes:

- Procedimientos de recepción, almacenamiento, picking y expedición: explicación detallada de los pasos estandarizados, con ejemplos prácticos en el almacén.
- Uso correcto del sistema informático: registro de entradas y salidas, actualización de datos y verificación de códigos.
- Buenas prácticas de manipulación de materiales pesados: seguridad en el uso del puente grúa, carritos y herramientas auxiliares, y elementos de seguridad personal.
- Aplicación de metodologías de orden y limpieza (5S): importancia de la clasificación, organización visual y reducción de desperdicios.
- Concientización sobre la trazabilidad y el servicio al cliente: vinculación entre la correcta ejecución de tareas y la satisfacción de los clientes.

5. Evaluación y seguimiento

Al finalizar cada módulo, se aplican breves demostraciones prácticas y discusiones grupales para evaluar el grado de comprensión. De manera complementaria, se implementa un sistema de observación en planta durante las semanas posteriores, con el fin de verificar la aplicación real de lo aprendido.

4.5.3 Rediseño de la distribución en planta

Se propone un rediseño físico del almacén para optimizar la gestión de almacenamiento de la empresa. El mismo se fundamenta en criterios técnicos que permitan ordenar los flujos internos, mejorar la localización de productos y asegurar la trazabilidad del inventario. Para ello, se aplican herramientas como el diagrama de relación de actividades, que define la disposición más adecuada de las áreas operativas, y la clasificación ABC, que posibilita priorizar la ubicación de los artículos según su rotación e importancia económica. A partir de este análisis, se establecen políticas de gestión de inventario diferenciadas para cada clase de productos, con el fin de garantizar una operatoria más eficiente, segura y confiable.

4.5.3.1 Evaluación de relaciones funcionales entre sectores

Con el objetivo de comprender y jerarquizar las relaciones entre los distintos sectores del depósito, se elabora un diagrama de relación de actividades (ver Figura 19), que clasifica los vínculos funcionales en función de su grado de necesidad de cercanía. Esto permite visualizar qué áreas deberían ubicarse próximas entre sí para favorecer el flujo continuo de materiales, minimizar desplazamientos y aumentar la eficiencia global del sistema.

Para la elaboración del diagrama, se definen las siguientes áreas operativas para el análisis:

1. Carga y descarga
2. Recepción y control de mercadería
3. Corte
4. Preparación y expedición de pedidos
5. Mostrador
6. Almacenamiento
7. Oficinas y servicios
8. Herramientas y máquinas

Códigos de relación:

- A - Absolutamente necesario
- E - Especialmente importante
- I - Importante
- O - Ordinariamente importante
- U - Sin importancia
- X - No deseable

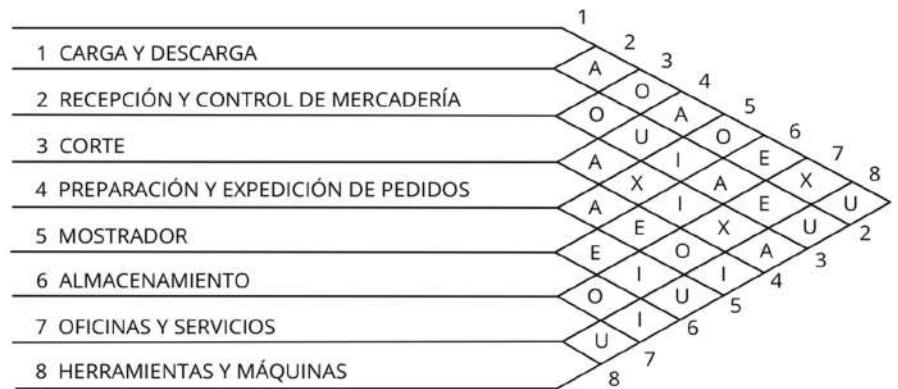


Figura 19: Diagrama de relación de actividades.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4 corresponde a la Hoja de Trabajo del diagrama de relaciones de actividades relevado. En ella se listan todas las áreas definidas y se registran, bajo cada código de relación, los números de las actividades con las que mantienen dicho vínculo.

Tabla 4: Hoja de Trabajo de relación de actividades.

Fuente: Elaboración propia.

Actividad	A	E	I	O	U	X
1. Carga y descarga	2, 4	6	—	3, 5	8	7
2. Recepción y control de mercadería	1, 6	7	5	3	4, 8	—
3. Corte	4, 8	—	6	1, 2	—	5, 7
4. Preparación y expedición de pedidos	1, 3, 5	6	8	7	2	—
5. Mostrador	4	6	2, 7	1	8	3
6. Almacenamiento	2	1, 4, 5	3, 8	7	—	—
7. Oficinas y servicios	—	2	5	4, 6	8	1, 3
8. Herramientas y máquinas	3	—	4, 6	—	1, 2, 5, 7	—

Del análisis realizado mediante el diagrama de relación de actividades y su hoja de trabajo se desprende cómo deben organizarse las distintas áreas de la empresa para lograr una distribución en planta más eficiente, considerando las limitaciones de espacio disponibles y la necesidad de reducir interferencias entre operaciones.

1. Carga y descarga

Se observa una relación absolutamente necesaria (A) con recepción y control de mercadería (2) y preparación y expedición de pedidos (4), lo que indica que estas áreas deben estar próximas para facilitar la entrada de mercadería y su posterior traslado hacia los pedidos. Tiene relación especialmente importante (E) con almacenamiento (6), que sugiere proximidad funcional para el ingreso de productos al stock. Por otro lado, es recomendable separar (X) carga y descarga de oficinas y servicios (7), mientras que herramientas y máquinas (8) presenta una relación sin importancia (U), por lo que no resulta necesario disponerlas próximas entre sí. Con respecto a las áreas de mostrador (5) y corte (3), mantiene una relación ordinariamente importante (O) lo que indica que su proximidad no es prioritaria.

2. Recepción y control de mercadería

Debe ubicarse cerca de carga y descarga (1) y almacenamiento (6), ya que facilita el flujo de entrada y la verificación de productos. Presenta una relación especialmente importante (E) con oficinas y servicios (7), útil para coordinación administrativa. La relación importante (I) con mostrador (5) indica que no es crítica su contigüidad, mientras que la cercanía con corte (3) se considera ordinariamente importante (O). Se recomienda mantener cierta separación respecto de preparación y expedición (4) y herramientas y máquinas (8).

3. Corte

Debe estar próximo a preparación y expedición de pedidos (4) y a herramientas y máquinas (8), pues forman un flujo de trabajo continuo. La relación importante (I) con almacenamiento (6) refleja la necesidad de un acceso razonable al stock de materiales. Es recomendable mantener el corte alejado de mostrador (5) y oficinas y servicios (7), y a cierta distancia de carga y descarga (1) y recepción (2), para reducir riesgos, ruido y tránsito de personal.

4. Preparación y expedición de pedidos

Requiere proximidad absoluta con carga y descarga (1), corte (3) y mostrador (5), asegurando un flujo continuo desde la recepción de mercadería hasta la entrega al cliente o al transporte. Mantener cierta cercanía con almacenamiento (6) facilita la extracción de productos. Es recomendable separar esta área de recepción y control (2) para evitar interferencias entre flujos de entrada y salida. La relación importante (I) con herramientas y máquinas (8) indica que deben estar accesibles según necesidad. Con respecto a la relación con oficinas y servicios (7), esta se clasifica como ordinariamente importante (O), dado que no exige una proximidad inmediata.

5. Mostrador

Debe situarse próximo a preparación y expedición (4) y con almacenamiento (6) para atender pedidos rápidamente. La proximidad a recepción y control (2) y oficinas y servicios (7) es

importante pero no crítica, mientras que se recomienda mantener cierta separación respecto de carga y descarga (1), herramientas y máquinas (8) y corte (3).

6. Almacenamiento

Debe estar cercano a recepción y control (2) y mantener proximidad especialmente importante con carga y descarga (1), preparación y expedición (4) y mostrador (5). La relación importante (I) con corte (3) y herramientas y máquinas (8) indica que la accesibilidad es deseable. Se recomienda cierta separación de oficinas y servicios (7).

7. Oficinas y servicios

Presenta pocas relaciones críticas. Su proximidad a recepción y control (2) es especialmente importante (E), mientras que con mostrador (5) es importante (I). Se recomienda separar de carga y descarga (1) y corte (3) por seguridad y confort. La relación ordinariamente importante (O) con preparación y expedición (4) y almacenamiento (6) sugiere que puede estar relativamente cerca sin afectar operaciones. En relación a la vinculación con herramientas y máquinas (8), esta se clasifica como sin importancia (U), dado que no existe una interacción funcional entre ambas áreas, pudiendo ubicarse en sectores separados sin incidencia en la eficiencia de las tareas administrativas u operativas.

8. Herramientas y máquinas

Debe ubicarse cerca de corte (3) y tener accesibilidad a preparación y expedición (4) y almacenamiento (6). La cercanía con carga y descarga (1), recepción y control (2), mostrador (5) y oficinas y servicios (7) no es necesaria (U), evitando interferencias.

4.5.3.2 Clasificación ABC de productos

Para definir criterios objetivos de almacenamiento, se aplica la metodología de clasificación ABC, que permite organizar los artículos según su importancia relativa en las ventas y su nivel de rotación, facilitando así la priorización de su ubicación en el almacén.

El análisis se realiza en base al histórico de ventas anuales de los productos y se contemplan los siguientes pasos:

- Cálculo del Consumo Anual Valorizado (CAV) para cada artículo, multiplicando el precio unitario por la cantidad vendida durante un año.
- Ordenamiento de los productos de mayor a menor según el CAV.
- Cálculo del porcentaje que representa cada artículo en el total del CAV.
- Determinación de la cantidad de artículos que representan el 85% del CAVA (CAV Acumulado).
- Clasificación de los artículos en Clase A, B o C.

Para llevar a cabo la clasificación se agruparon los artículos en familias de productos, considerando el tipo de artículo como criterio principal. Esta agrupación se realiza con el objetivo de simplificar el análisis, partiendo de más de 8.000 productos registrados en el inventario. De esta manera, no se hizo distinción por medidas, espesores, largos, anchos ni tipo de material,

sino que se trabaja con clases homogéneas que permiten representar de forma más clara los patrones de rotación y valor económico de cada grupo.

Finalmente, como se observa en la Figura 20, del total de 52 familias de productos analizadas, el grupo A, se compone por solo 5 familias (10% del total), representa el 78,74% de la inversión anual valorizada. Este resultado confirma el principio de Pareto, según el cual una minoría de ítems concentra la mayor parte del valor económico. Entre estas familias se encuentran los caños, chapas, ángulos, bridas y varillas, todos productos de gran porte y alta rotación. Debido a su relevancia, deben ser almacenados en sectores de máxima accesibilidad, próximos a la zona de preparación de pedidos y a la salida, reduciendo recorridos y tiempos de manipulación.

Por otro lado, los productos de clase B, representados por 18 familias (35% del total), acumulan el 16,26% de la inversión anual valorizada. Para este grupo se recomienda una ubicación en zonas de accesibilidad media, cercanas a los pasillos principales, logrando un equilibrio entre facilidad de acceso y aprovechamiento del espacio.

Finalmente, los productos clasificados como clase C, integrados por 29 familias (56% del total), representan apenas el 5% de la inversión anual valorizada. Se trata de productos de baja rotación o menor valor unitario, por lo que deben ubicarse en áreas periféricas o alejadas, reservando así los espacios centrales para artículos de mayor criticidad operativa.

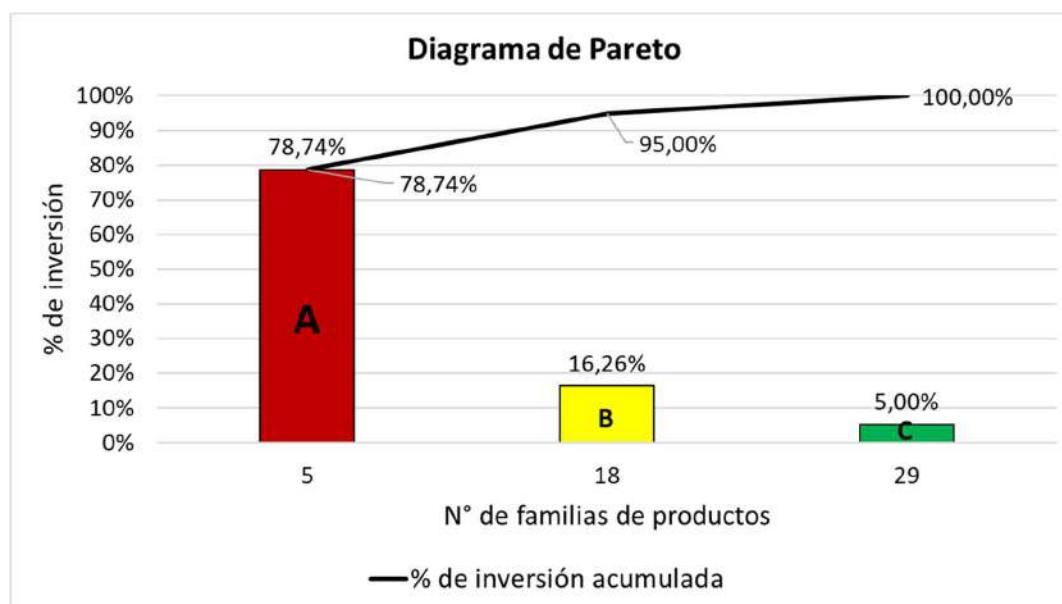


Figura 20: Diagrama de Pareto de la clasificación ABC de las familias de productos relevadas.

Fuente: Elaboración propia.

Si bien la clasificación ABC se realizó sobre agrupaciones de artículos que conforman el inventario, con el fin de mantener coherencia organizativa se decide respetar la división en zonas de almacenamiento previamente utilizada en el análisis de recorrido. El objetivo no es reubicar cada artículo en forma individual, sino asignar a cada zona un nivel de prioridad en función de la frecuencia de movimiento de las familias de productos que la componen.

De este modo, se determina que las zonas 4, 5, 6 y 7 (ver Figura 15, página 23) concentran productos de clase A, como chapas, bridas, caños y perfiles (ángulos y varillas). Estas familias requieren máxima accesibilidad, por lo que deben ubicarse próximas a la expedición. En particular, la zona 7 combina productos de clase A (varillas de alta rotación) con productos de clase B (perfiles de menor salida). En estos casos se recomienda separar físicamente dentro de la misma zona los artículos de mayor rotación, dándoles prioridad en estanterías o posiciones más accesibles, mientras que los de clase B pueden ocupar espacios secundarios.

Las zonas 1, 2, 3 y 9 agrupan familias de clase B y C, tales como bulonería, accesorios, válvulas, tubos, macizos y planchuelas. Estos productos presentan menor frecuencia de movimiento o menor valor unitario, por lo que se recomienda almacenarlos en sectores intermedios o periféricos, reservando el espacio central para los artículos críticos de clase A.

La clasificación final de las zonas en función de la clasificación ABC se sintetiza en la Tabla 5.

Tabla 5: Ubicación recomendada por clase de productos.

Fuente: Elaboración propia.

Zonas	Principales características	Clase	Ubicación recomendada
1	Bulones, tornillos, arandelas, válvulas (bronce e incendio), instrumental, bombas, niples	B y C	Zona periférica o de baja accesibilidad
2	Termofusión	B	Zona intermedia, próxima a pasillos principales
3	Accesorios para soldar y roscados, inoxidable, negros y galvanizados (reducciones, casquetes, codos)	B y C	Zona periférica o de baja accesibilidad
4	Chapas (estándar, galvanizadas o inoxidable)	A	Zona próxima a expedición, máxima accesibilidad
5	Bridas	A	Zona próxima a expedición, máxima accesibilidad
6	Caños (estándar, galvanizados o inoxidable)	A	Zona próxima a expedición, máxima accesibilidad
7	Perfilería negra, ángulos, varillas	A y B	Zona intermedia, próxima a pasillos principales
8	Desperdicios y recortes	-	-
9	Tubos, planchuelas, macizos, cuadrados (estándar o inoxidable)	B y C	Zona periférica o de baja accesibilidad

4.5.3.3 Políticas de almacenamiento para cada zona

Con base en los resultados obtenidos en la clasificación ABC, se establecen políticas diferenciadas de almacenamiento y gestión de inventario, adaptadas a la importancia relativa de cada grupo de productos. El objetivo de estas políticas es garantizar la disponibilidad de los artículos más críticos, optimizar el uso del espacio y de los recursos, y reducir los costos asociados a la tenencia de inventarios.

Entonces, se definen tres líneas de acción. En primer lugar, la clase A corresponde a productos de alta rotación y elevado valor económico. Debido a su impacto en la operatoria, se recomienda aplicar un control estricto, manteniendo niveles reducidos de stock de seguridad y realizando conteos cíclicos frecuentes. La política de reposición debe basarse en el modelo de cantidad de pedido fija (EOQ), calculando el lote económico de pedido y el punto de reorden para asegurar disponibilidad sin generar excesos de inventario.

Luego, la clase B incluye productos de rotación media. Se propone adoptar una política intermedia entre las clases A y C, implementando inventarios cíclicos mensuales y manteniendo tamaños de lotes flexibles en función de la demanda. El objetivo es alcanzar un equilibrio entre los costos de almacenamiento y la disponibilidad de los productos.

Finalmente, la clase C agrupa artículos de baja rotación y bajo valor unitario. En este caso, la prioridad es minimizar los costos de control y almacenamiento, manteniendo mayores niveles de stock de seguridad solo cuando sea necesario. La política de reposición debe orientarse a pedidos de baja demanda o consolidación de compras con otros artículos, aprovechando economías de escala.

Dada la criticidad de los productos clasificados como Clase A, se propone la aplicación del modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) como política de reposición. Este modelo permite determinar el tamaño óptimo de lote de compra que minimiza el costo total de inventario, equilibrando los costos de emisión de pedidos y los costos de almacenamiento.

Para aplicar el modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) se tiene en cuenta los datos de la Tabla 6 y, se adoptan, por homogeneidad y por ausencia de ciertos datos operativos completos, los siguientes supuestos:

Se considera una tasa anual de mantenimiento del 20%, la cual constituye una estimación integral que refleja los principales costos asociados a mantener el inventario: el costo financiero del capital inmovilizado, deterioro y riesgo de obsolescencia. Este valor se adopta como representativo y prudente para el contexto de una PyME metalúrgica.

En cuanto al nivel de servicio deseado, se adopta un 95%, lo que equivale a un valor de $Z = 1.65$ en la distribución normal estándar. Esta decisión responde a la importancia estratégica de los productos de Clase A, cuya falta puede interrumpir la operatoria y generar pérdidas significativas. El objetivo es minimizar el riesgo de quiebres de stock y garantizar disponibilidad de estos ítems críticos.

Respecto de los tiempos de reposición (lead time), se toman como referencia los valores según el origen y disponibilidad de cada producto: 30 días para caños, 20 días para chapas, 7 días para ángulos y varillas, y 2 días para bridas.

El costo por pedido se estima en \$20.000 por orden de pedido. Dado que la empresa no cuenta con un registro detallado de este parámetro, el valor se determina de manera aproximada a partir del costo de mano de obra asociada al proceso de compra. Para ello, se considera que el salario mensual del personal responsable del área de compras asciende a aproximadamente \$1.700.000, lo que representa un costo horario cercano a \$10.000 - 12.000. Al incorporar cargas sociales, gastos administrativos y una fracción del tiempo de recepción/verificación de la mercadería y coordinación logística, se considera razonable asumir un costo equivalente a una hora de trabajo integral, redondeado en \$20.000 por pedido.

Para el coeficiente de variación de la demanda diaria se utiliza un valor del 30%. Este valor permite modelar la variabilidad de la demanda y, a partir de ella, calcular el stock de seguridad (SS) necesario para enfrentar incertidumbres en el consumo.

Finalmente, para el cálculo del tamaño de lote económico, los valores teóricos de Q_{opt} se redondean en cantidades prácticas de pedido, respetando múltiplos habituales o las unidades mínimas exigidas por los proveedores.

Tabla 6: Datos utilizados para el cálculo de EOQ y ROP.

Fuente: Elaboración propia.

Producto	Demanda anual D [u/año]	Costo unitario C [\$]	Costo por pedido S [\$]	L [días]
Caños	15.000	70.000	20.000	30
Chapas	12.000	500.000	20.000	20
Ángulos	35.000	45.000	20.000	7
Bridas	11.000	25.000	20.000	2
Varillas	3.500	22.000	20.000	7

A continuación, en la Tabla 7, se presentan los cálculos de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) obtenidos para las familias de la clase A, utilizando los supuestos definidos en el modelo. Los tamaños de pedido teóricos se redondean a lotes prácticos, en concordancia con la operativa del almacén y las unidades comercialmente disponibles.

Tabla 7: Resultados obtenidos para el cálculo de EOQ y ROP.

Fuente: Elaboración propia.

Producto	H = i.C [\$/año]	Q_{opt} [u]	Redondeo [u]	d [u/día]	SS [u]	R [u]	Redondeo [u]
Caños	14.000	207,02	210	41,0959	111,42	1.344,3	1.345

Chapas	100.000	69,28	70	32,8767	72,78	730,31	731
Ángulos	9.000	394,41	390	95,8904	125,58	796,82	797
Bridas	5.000	296,65	300	30,1370	21,10	81,37	82
Varillas	4.400	178,38	180	9,5890	12,56	79,68	80

Los resultados muestran que, para la familia de caños, se recomienda realizar pedidos de 210 unidades cada vez que el inventario disponible alcance 1.345 unidades. En el caso de las chapas, el lote óptimo es de 70 unidades, con un punto de reorden de 731 unidades. Para los ángulos, corresponde emitir pedidos de 390 unidades cuando el stock llegue a 797 unidades. En el caso de las bridas, se deben solicitar 300 unidades con un punto de reorden de 82 unidades, mientras que para las varillas el tamaño de pedido se establece en 180 unidades y el punto de reorden en 80 unidades.

Estas cantidades se traducen en frecuencias de pedido anuales que permiten anticipar la dinámica de reposición de cada familia de productos. Para caños, los valores obtenidos implican aproximadamente 71 pedidos al año, lo que equivale a un pedido cada cinco días. En el caso de las chapas, la frecuencia asciende a 171 pedidos anuales, es decir, un pedido cada dos días. Para los ángulos, se estima un total de 90 pedidos por año, equivalente a uno cada cuatro días. En el caso de las bridas, los resultados indican unos 37 pedidos anuales, lo que representa uno cada diez días. Finalmente, para las varillas la frecuencia es de 19 pedidos por año, es decir, un pedido cada diecinueve días.

Del análisis realizado pueden extraerse varias interpretaciones relevantes. En primer lugar, los resultados obtenidos muestran volúmenes de pedidos acordes con la frecuencia de movimiento de estos artículos y con los niveles de servicio requeridos, lo que asegura la disponibilidad continua sin generar excesos innecesarios de stock. En segundo lugar, las diferencias observadas entre las familias responden principalmente a las características propias de la demanda y a los tiempos de reposición de cada una.

En relación con el nivel de servicio, el cálculo de stock de seguridad asegura una cobertura del 95%, lo que disminuye el riesgo de quiebres de inventario, aunque a costa de mantener mayores volúmenes inmovilizados en ciertos casos. Esto pone de manifiesto la sensibilidad de los resultados frente a los parámetros asumidos (demanda, lead time, variabilidad), por lo que modificaciones en estos factores podrían generar cambios significativos en los lotes y puntos de reorden recomendados.

Finalmente, para validar la aplicabilidad de este modelo y evitar desviaciones en el tiempo, resulta indispensable complementarlo con rutinas de inventarios cíclicos. Estos controles permitirán contrastar periódicamente la demanda real con la proyectada, ajustar parámetros como el costo por pedido o el coeficiente de variación, y garantizar que las políticas de aprovisionamiento definidas se mantengan alineadas con las condiciones reales de operación.

5 RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados esperados a partir de las propuestas de mejora. En primer lugar, se realiza un análisis comparativo entre el estado actual y el propuesto, acompañado del nuevo plano de distribución, a fin de evidenciar los cambios implementados. Posteriormente, se detalla el impacto esperado de los lineamientos establecidos.

5.1 Análisis comparativo del estado actual y propuesto

La mejora de la distribución en planta, que se puede observar en la Figura 21, se realiza respetando la estructura existente, las paredes, los muebles y las estanterías disponibles, sin incorporar nuevas unidades. La reorganización aprovecha los recursos existentes mediante limpieza y reubicación de los elementos, optimizando el espacio y los flujos de trabajo sin incurrir en grandes inversiones ni modificaciones estructurales.

Se considera la logística de los productos, ubicando los artículos de menor tamaño próximos al mostrador para facilitar su entrega, y los de mayor volumen cerca de la zona de carga y descarga, con acceso desde calle Acha. Esta disposición minimiza los desplazamientos y mejora la eficiencia operativa. Si bien se mantiene la ubicación del pasillo principal resulta más despejado, lo que garantiza la circulación libre de la zorra manual y facilita el traslado de materiales.

Se crean tres nuevas áreas funcionales: recepción y control de mercadería, con dimensiones de 4,00 m de ancho por 11,61 m de largo; preparación y expedición de pedidos, de 4,00 m de ancho por 8,45 m de largo; y zona de corte, de 4,00 m de ancho por 8,50 m de largo, donde se concentran las máquinas existentes, incluyendo serrucho, sensitiva y corte por plasma. La generación de recortes y desperdicios se reduce y se limita a un sector específico de la zona de preparación y expedición de pedidos, con un espacio designado de 1,00 m de ancho por 3,50 m de largo. Además, se incorpora un sector de 0,80 m de ancho por 3,00 m de largo destinado a herramientas y máquinas de menor tamaño, como el equipo de oxicorte, lo que permite liberar superficie útil y reorganizar de manera más eficiente el resto de los productos.

La distribución propuesta satisface, en la medida de lo posible, los requisitos de proximidad establecidos en el diagrama de relación de actividades, de manera que las áreas con mayor interdependencia se ubiquen próximas entre sí. Se ha considerado también la clasificación ABC de los productos, de modo que los artículos de alta rotación se sitúan en zonas de máxima accesibilidad, los de rotación media en sectores intermedios y los de baja rotación en áreas más alejadas. Esta organización permite optimizar la eficiencia operativa y la preparación de pedidos (ver Figura 22).

La circulación en la planta permanece fluida y despejada, con acceso libre a todas las estanterías y zonas de trabajo sin interferencias con los recorridos principales. La disposición de los muebles y unidades de almacenamiento garantiza máxima accesibilidad a los productos desde los puntos de operación, independientemente de su orientación o tipo de acceso, y asegura un manejo eficiente de los materiales.

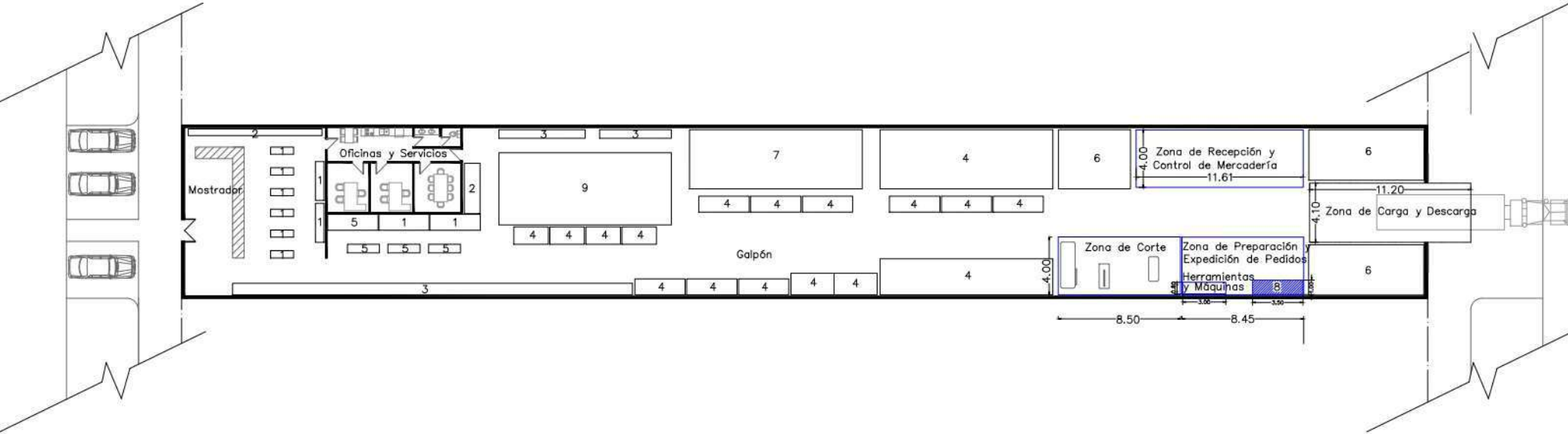


Figura 21: Plano de la distribución en planta propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

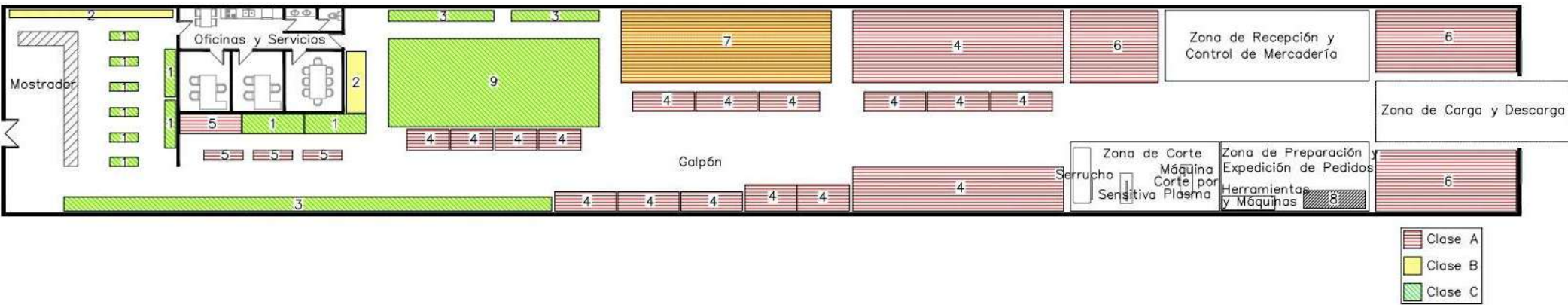


Figura 22: Clasificación ABC de la distribución en planta propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

Para evaluar el impacto de la nueva distribución y demostrar sus beneficios operativos, se realizan los recorridos del personal descritos previamente en la sección 4.1.4. Esto permite identificar de manera objetiva cómo la reorganización optimiza los flujos de trabajo, reduce desplazamientos innecesarios y facilita el acceso a los productos según su ubicación y frecuencia de uso.

La implementación de los recorridos revela que la circulación dentro de la planta se mantiene libre y ordenada, los puntos críticos de congestión presentes en la distribución anterior disminuyen y las interacciones entre áreas con mayor dependencia se facilitan. La disposición de estanterías y muebles garantiza el acceso eficiente a los productos, sin interferir con los trayectos principales ni con las zonas de trabajo.

La Figura 23 presenta el diagrama de recorrido en la nueva distribución, donde se evidencia las mejoras obtenidas respecto del estado actual y se visualiza de manera clara la eficiencia de la planta tras la reorganización. Los cursogramas analíticos se incluyen en el Anexo E, proporcionando un detalle complementario de los recorridos y operaciones de cada área.

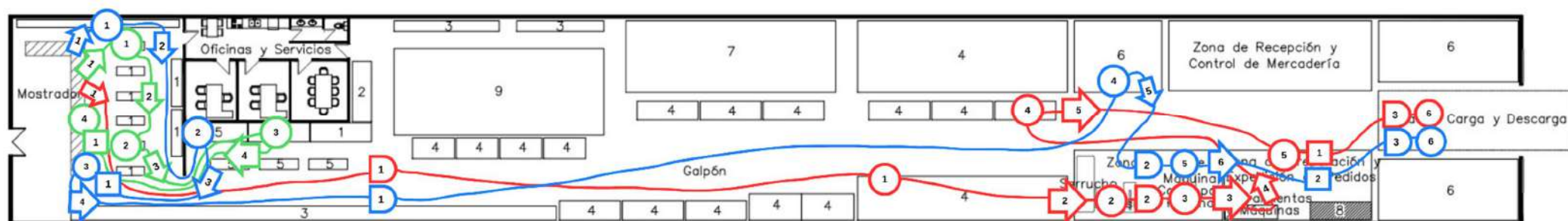


Figura 23: Diagrama de recorrido de la distribución en planta propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

5.2 Impacto esperado de las mejoras

Las mejoras propuestas en la planta tienen como objetivo optimizar los recursos existentes, incrementar la eficiencia operativa y garantizar la trazabilidad y control de los productos. Se espera que la reorganización del espacio permita un aprovechamiento más eficiente del área disponible, con pasillos despejados y recorridos directos que faciliten el transporte interno de materiales. Esta disposición minimiza desplazamientos innecesarios, reduce la congestión en puntos críticos y permite una operación más fluida en todas las áreas de la planta.

La estandarización de los procedimientos de trabajo contribuye a reducir la variabilidad en la ejecución de tareas y asegura que cada actividad se realice de acuerdo con criterios claros de eficiencia y seguridad. Se espera que, al seguir los procedimientos definidos, los tiempos de recepción, almacenamiento, preparación y despacho de pedidos disminuyan, incremente la productividad general y mejore el cumplimiento de los plazos de entrega. Además, los procedimientos facilitan la identificación de áreas con posibles mejoras, permiten implementar controles de calidad más efectivos y se asegura la consistencia en el manejo de los productos.

La capacitación del personal tiene un papel fundamental en la consolidación de estas mejoras. Al instruir al equipo sobre los procedimientos estandarizados y la correcta utilización de los espacios y equipamiento, se espera que los errores operativos se reduzcan, se mantenga un flujo de trabajo ordenado y se fortalezca la cultura de seguridad y eficiencia. El personal capacitado podrá identificar y resolver conflictos operativos de manera más rápida.

La nueva distribución de la planta permite priorizar la proximidad entre áreas críticas, mejorar el acceso a los productos de alta rotación y optimizar los flujos de materiales desde la recepción hasta la entrega final. Se espera que la reorganización reduzca los tiempos de preparación de pedidos, disminuya los recorridos internos y mejore la visibilidad de los productos. La disposición de las zonas de recepción, corte, preparación y expedición facilita el control de inventario, la gestión de los productos y la identificación de incidencias, contribuyendo a una operación más confiable y ordenada.

En términos de comparación con la situación inicial, se anticipa un impacto positivo en todos los aspectos evaluados. La planta dispondrá de mayor claridad en los flujos de trabajo, reducción de interferencias entre áreas, optimización del espacio de almacenamiento, disminución de los tiempos de transporte interno y una mejora en el seguimiento de los productos. La combinación de procedimientos estandarizados, capacitación adecuada del personal y reorganización del espacio garantiza que las mejoras sean sostenibles en el tiempo y que se mantenga un control efectivo sobre las operaciones diarias. Asimismo, la incorporación del cálculo de la Cantidad Económica de Pedido (EOQ) y del Punto de Reorden (ROP) para los productos de mayor rotación permite ajustar los niveles de stock de manera más precisa, reducir costos asociados al almacenamiento y minimizar riesgos de faltantes.

De esta forma, se espera que las medidas implementadas generen beneficios tangibles en eficiencia, seguridad, control de inventario y utilización del espacio, consolidando un entorno de

trabajo más organizado y productivo, y sentando las bases para futuras optimizaciones de la operación.

6 CONCLUSIONES

El trabajo permitió diagnosticar de manera integral el sistema de almacenamiento de la empresa metalúrgica estudiada, identificando falencias vinculadas a la distribución en planta, la ausencia de procedimientos estandarizados, la limitada capacitación del personal y las debilidades en el control de inventario. Estas problemáticas impactan en la eficiencia operativa, la trazabilidad de los materiales y la competitividad general de la organización.

El estudio aporta un conjunto de propuestas concretas y factibles de aplicar, entre ellas la elaboración de procedimientos estandarizados, la capacitación del personal y el rediseño de la distribución física del almacén. Se introdujo además la utilización de herramientas de ingeniería industrial para fundamentar las mejoras planteadas y priorizarlas de manera objetiva.

El análisis se circunscribió a la sucursal de Mar del Plata, sin incluir la evaluación económica detallada de las propuestas ni la logística externa de distribución. Asimismo, no se abordó la integración de sistemas digitales más avanzados, lo cual limita la proyección de las mejoras hacia una gestión integral de la cadena de suministro.

Se recomienda avanzar en el reemplazo de las estanterías actuales por estructuras más seguras y adecuadas para el peso de los materiales almacenados, a fin de garantizar condiciones de seguridad y optimizar el espacio disponible. Además, resulta fundamental incorporar en el sistema informático la ubicación física de cada producto, lo que permitirá mejorar la trazabilidad y reducir errores en la preparación de pedidos. También se sugiere evaluar la integración de herramientas digitales de gestión de almacenes y profundizar en el análisis de costos y beneficios de las mejoras implementadas.

En conclusión, el trabajo no sólo propone soluciones aplicables a la empresa objeto de estudio, sino que también ofrece un marco metodológico replicable en otras PyMEs metalúrgicas, contribuyendo a su profesionalización y sostenibilidad en el tiempo.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (12.ª ed., cap. 17 y apéndice E). McGraw-Hill.
- Correa Espinal, A. A., Gómez Montoya, R. A., & Cano Arenas, J. A. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Estudios Gerenciales*, 26(117), 145–171. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21218551008>
- Ept.pe. (s.f.). *Diagrama de Pareto*. Recuperado de <https://ept.pe/index.php/component/sppagebuilder/?view=page&id=97>
- Forbes Argentina. (2025). *Profesionalizar la empresa familiar: el desafío de adaptarse sin perder identidad*. <https://www.forbesargentina.com/columnistas/profesionalizar-empresa-familiar-desafio-adaptarse-perder-identidad-n65237>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hirano, H. (1995). *5 pillars of the visual workplace: The sourcebook for 5S implementation*. Productivity Press
- InfoGremiales. (2025). *La industria metalúrgica acumula una caída del 13,3% en once meses*. <https://www.infogremiales.com.ar/la-industria-metalurgica-acumula-una-caida-del-133-en-once-meses/>
- Kanawaty, G. (Ed.). (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4ª ed. rev.). Oficina Internacional del Trabajo.
- Mecalux. (s.f.). *Almacenes de productos especiales y grandes volúmenes*. <https://www.mecalux.es/manual-almacen/sistemas-de-almacenaje/almacenes-productos-especiales>
- Meyers, F. E. & Stephens, M. P. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (3.ª ed.). Pearson.
- Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones* (5ª ed.). McGraw-Hill.

Quiminet. (2025). *Estrategias eficientes de almacenamiento: optimiza espacio, reduce costos y mejora la logística*. <https://www.quiminet.com/articulos/estrategias-eficientes-de-almacenamiento-optimiza-espacio-reduce-costos-y-mejora-la-logistica-5121333.htm>

Summers, D. C. S. (2006). *Administración de la calidad* (Cap. 2, 9 y 10). Pearson.

8 ANEXOS

A continuación, se presentan los anexos correspondientes al desarrollo del trabajo.

Anexo A – Cuestionario utilizado en entrevistas

Guía de entrevista sobre el funcionamiento del almacén

Fecha: 16/04/2025 Hora: 9:00hs

Lugar: Mar del Plata, Sucursal Central

Entrevistador: Alumnas

Entrevistado: Responsable de la sucursal

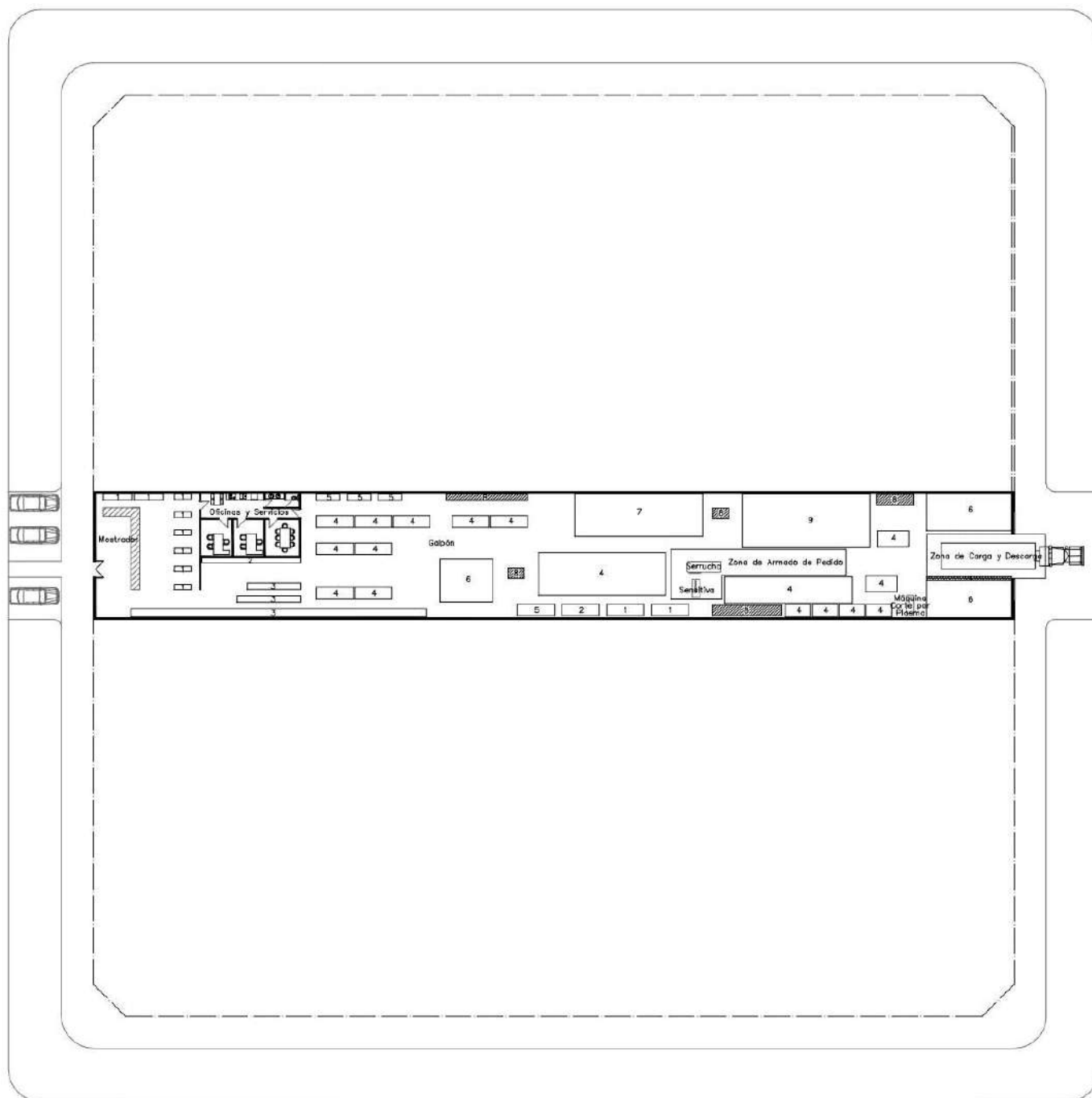
Introducción: Esta entrevista forma parte de un proyecto de tesis para la carrera de Ingeniería Industrial. El propósito del estudio es analizar el sistema de almacenamiento actual de la empresa y proponer mejoras que optimicen el uso del espacio, el orden del stock y la trazabilidad de los productos.

Características de la entrevista: Duración aproximada de 30 a 40 minutos.

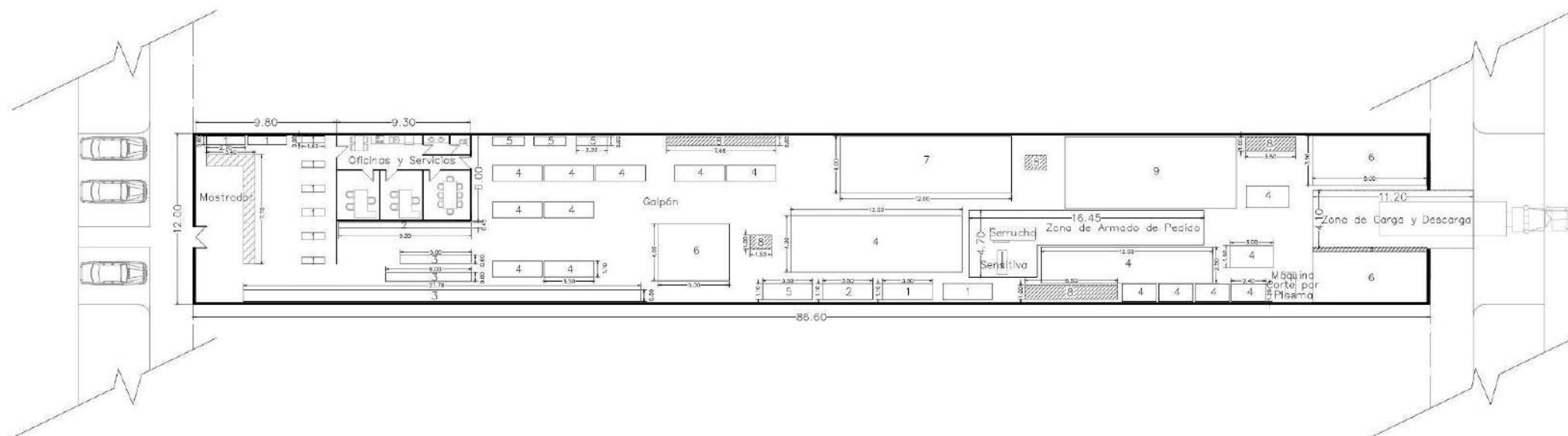
Preguntas:

1. ¿Por qué zona ingresa y egresa la mercadería? ¿Qué tipo de materiales se reciben y despachan por cada sector?
2. ¿Cómo se distribuyen actualmente los distintos materiales dentro del almacén?
3. ¿Qué criterios se utilizan para ubicar la mercadería en estanterías, racks o en el piso? ¿Se tiene en cuenta el peso o el tipo de producto?
4. ¿Qué equipos utilizan para la manipulación de materiales pesados?
5. ¿Con qué frecuencia se realiza el conteo de inventario físico?
6. ¿Qué sistema utilizan para registrar ingresos, egresos y stock actual? ¿Funciona correctamente?
7. ¿Cómo se realiza el seguimiento del stock mínimo y la reposición de productos? ¿Quién está encargado de esa tarea?
8. ¿Qué problemas o dificultades enfrentan habitualmente en el manejo del stock?
9. ¿Existen zonas del almacén que estén desaprovechadas, desordenadas o que representen un problema operativo?
10. ¿Qué mejoras considera que podrían aplicarse en el orden, clasificación o ubicación de los productos?
11. ¿El sistema de gestión permite saber con precisión dónde se encuentra cada artículo dentro del almacén?
12. ¿Cree que los equipos actuales de manejo de materiales y corte son adecuados para el tipo de productos?
13. ¿Qué aspectos del actual sistema de almacenamiento considera más eficientes y cuáles menos funcionales?

Anexo B – Plano de la distribución en planta actual



Anexo C – Vista ampliada del plano de la distribución en planta actual



Anexo D – Corsogramas analíticos con método actual de las situaciones 1,2 y 3

Situación 1: Preparación de un pedido de productos pequeños para entrega por mostrador, que incluye una válvula esférica BCE de 1/2", 20 bulones con reducción y cabeza cuadrada INOX 1/2"x1" y una bomba de agua ROWA SFL 12.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario / Material / Equipo				
Diagrama no. 1		Hoja: 1 de 1		Resumen				
Producto: Empleado de mostrador				Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Actividad: Armar pedido de productos pequeños (1 válvula, 20 bulones y 1 bomba de agua)				Operación ○	4			
Método: actual / propuesto				Inspección □	1			
Lugar: Mostrador - Galpón				Espera ▢	1			
Operario (s):				Transporte ⇄	4			
Compuesto por:				Almacenamiento ▼	0			
Aprobado por:				Distancia (mts.)				
Fecha:				Tiempo (hrs.-hom.)				
Fecha:				Costo				
				Mano de obra				
				Material				
				TOTAL				
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad				
				○	□	▢	⇄	▼
Parte desde el mostrador hacia estantería								
Toma la válvula								
Se desplaza hacia estantería								
Toma los bulones								
Se desplaza hacia el galpón								
Esperar disponibilidad de paso si hay obstrucción o cruce de otros operarios								
Toma la bomba de agua								
Regresa al mostrador								
Verifica el pedido								
Entrega el pedido al cliente								
TOTAL								

Situación 2: Armado de una orden de corte y entrega de materiales voluminosos, que incluye una chapa naval certificada de 1/4" de espesor de 1,5 m de largo y dos chapas INOX 304 de 0,5 mm de espesor (1000x2000).

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario / Material / Equipo					
Diagrama no. 2		Hoja: 1 de 1		Resumen					
Producto:				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Empleado de mostrador				Operación ○	6				
				Inspección □	1				
				Espera D	3				
				Transporte ⇨	5				
				Almacenamiento ▽	0				
Actividad:				Distancia (mts.)					
Armar un pedido de materiales voluminosos (1 chapa naval certificada y 2 chapas INOX)				Tiempo (hrs.-hom.)					
Método: actual / propuesto				Costo					
Lugar: Mostrador - Galpón				Mano de obra					
Operario (s):		Ficha no.		Material					
Compuesto por:		Fecha:		TOTAL					
Aprobado por:		Fecha:							
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	□	D	⇨	▽	
Parte desde el mostrador hacia las chapas navales									
Espera disponibilidad de los peones y del puente grúa									
Retira las chapas navales superiores									Difícil acceso
Traslada la chapa naval al área de corte									
Apila las otras chapas navales									
Espera turno para usar el área de corte si está ocupada									
Corta la chapa naval a la medida requerida									
Traslada la chapa hacia área de despacho									
Se dirige hacia la zona de chapas INOX									
Mueve las chapas INOX hasta acceder a las requeridas									Difícil acceso
Traslada las chapas INOX hacia área de despacho									Puente grúa
Vuelve a apilar las otras chapas INOX									
Revisa la orden de pedido y la factura del cliente									
Espera coordinación con camión de carga									
Carga los productos al camión									Puente grúa
TOTAL									

Situación 3: Preparación de un pedido compuesto, que incluye una pieza de termofusión K10 UNIÓN NORMAL 16 mm, una brida INOX serie 150-304 slip-on de 1/2" y un caño INOX 5 SCH 10 (3,4) 304 de 1,5 m de largo.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario / Material / Equipo					
Diagrama no. 3		Hoja: 1 de 1		Resumen					
Producto: Empleado de mostrador				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Actividad: Armar un pedido compuesto (1 pieza termofusión, 1 brida INOX y 1 caño INOX)				Operación ○	6				
Método: actual / propuesto				Inspección □	2				
Lugar: Mostrador - Galpón				Espera ◇	3				
Operario (s):				Transporte ⇄	6				
Ficha no.:				Almacenamiento ▼	0				
Compuesto por:				Distancia (mts.)					
Fecha:				Tiempo (hrs.-hom.)					
Aprobado por:				Costo					
Fecha:				Mano de obra					
				Material					
				TOTAL					
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	□	◇	⇄	▼	
Se dirige a estantería de termofusión									
Toma pieza de termofusión									
Se dirige hacia el sector de bridas									
Toma brida INOX									
Regresa al mostrador									
Verifica el pedido									
Entrega factura y parte del pedido al cliente									
Parte desde el mostrador hacia las cañeras									
Espera disponibilidad de los peones y del puente grúa									
Retira caño INOX									
Transporta caño INOX hacia área de corte									Puente grúa
Espera turno para usar el área de corte si está ocupada									
Corta el caño INOX a la medida requerida									
Traslada el caño INOX hacia área de despacho									
Revisa la orden de pedido y la factura del cliente									
Espera coordinación con camión de carga									
Carga el producto al camión									Puente grúa
TOTAL									

Anexo E – Cursogramas analíticos con método propuesto de las situaciones 1,2 y 3

Situación 1: Preparación de un pedido de productos pequeños para entrega por mostrador, que incluye una válvula esférica BCE de 1/2", 20 bulones con reducción y cabeza cuadrada INOX 1/2"x1" y una bomba de agua ROWA SFL 12.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario / Material / Equipo					
Diagrama no. 1		Hoja: 1 de 1		Resumen					
Producto:				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Empleado de mostrador				Operación ○	4				
				Inspección □	1				
				Espera ▢	0				
				Transporte ⇄	4				
				Almacenamiento ▽	0				
Actividad:				Distancia (mts.)					
Armar pedido de productos pequeños (1 válvula, 20 bulones y 1 bomba de agua)				Tiempo (hrs.-hom.)					
Método: actual / propuesto				Costo					
Lugar: Mostrador - Galpón				Mano de obra					
Operario (s):				Material					
Compuesto por:				TOTAL					
Aprobado por:									
Fecha:									
Fecha:									
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	□	▢	⇄	▽	
Parte desde el mostrador hacia estantería									
Toma la válvula									
Se desplaza hacia estantería									
Toma los bulones									
Se desplaza hacia el galpón									
Toma la bomba de agua									
Regresa al mostrador									
Verifica el pedido									
Entrega el pedido al cliente									
TOTAL									

Situación 2: Armado de una orden de corte y entrega de materiales voluminosos, que incluye una chapa naval certificada de 1/4" de espesor de 1,5 m de largo y dos chapas INOX 304 de 0,5 mm de espesor (1000x2000).

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario / Material / Equipo					
Diagrama no. 2		Hoja: 1 de 1		Resumen					
Producto:				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Empleado de mostrador				Operación ○	6				
				Inspección □	1				
				Espera ▢	3				
				Transporte ⇄	5				
				Almacenamiento ▽	0				
Actividad:				Distancia (mts.)					
Armar un pedido de materiales voluminosos (1 chapa naval certificada y 2 chapas INOX)				Tiempo (hrs.-hom.)					
Método: actual / propuesto				Costo					
Lugar: Mostrador - Galpón				Mano de obra					
Operario (s):		Ficha no.		Material					
Compuesto por:		Fecha:		TOTAL					
Aprobado por:		Fecha:							
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	□	▢	⇄	▽	
Parte desde el mostrador hacia las chapas navales									
Espera disponibilidad de los peones y del puente grúa									
Retira las chapas navales superiores									Difícil acceso
Traslada la chapa naval al área de corte									
Apila las otras chapas navales									
Espera turno para usar el área de corte si está ocupada									
Corta la chapa naval a la medida requerida									
Traslada la chapa hacia área de expedición									
Se dirige hacia la zona de chapas INOX									
Mueve las chapas INOX hasta acceder a las requeridas									Difícil acceso
Traslada las chapas INOX hacia área de expedición									Puente grúa
Vuelve a apilar las otras chapas INOX									
Revisa la orden de pedido y la factura del cliente									
Espera coordinación con camión de carga									
Carga los productos al camión									Puente grúa
TOTAL									

Situación 3: Preparación de un pedido compuesto, que incluye una pieza de termofusión K10 UNIÓN NORMAL 16 mm, una brida INOX serie 150-304 slip-on de 1/2" y un caño INOX 5 SCH 10 (3,4) 304 de 1,5 m de largo.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario / Material / Equipo				
Diagrama no. 3		Hoja: 1 de 1		Resumen					
Producto: Empleado de mostrador				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Actividad: Armar un pedido compuesto (1 pieza termofusión, 1 brida INOX y 1 caño INOX)				Operación ○	6				
Método: actual / <u>propuesto</u>				Inspección □	2				
Lugar: Mostrador - Galpón				Espera ▢	3				
Operario (s):				Transporte ⇨	6				
Ficha no.:				Almacenamiento ▽	0				
Compuesto por:				Distancia (mts.)					
Fecha:				Tiempo (hrs.-hom.)					
Aprobado por:				Costo					
Fecha:				Mano de obra					
				Material					
				TOTAL					
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	□	▢	⇨	▽	
Se dirige a estantería de termofusión									
Toma pieza de termofusión									
Se dirige hacia el sector de bridas									
Toma brida INOX									
Regresa al mostrador									
Verifica el pedido									
Entrega factura y parte del pedido al cliente									
Parte desde el mostrador hacia las cañeras									
Espera disponibilidad de los peones y del puente grúa									
Retira caño INOX									
Transporta caño INOX hacia área de corte									Puente grúa
Espera turno para usar el área de corte si está ocupada									
Corta el caño INOX a la medida requerida									
Traslada el caño INOX hacia área de expedición									
Revisa la orden de pedido y la factura del cliente									
Espera coordinación con camión de carga									
Carga el producto al camión									Puente grúa
TOTAL									