

[Escriba aquí]

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA



**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN PARA EL DESMONTAJE SEGURO Y EFICIENTE
DE UNA CINTA TRANSPORTADORA MODULAR EN LA PLANTA DE CHOCOLATES
CAROZZI S.A”**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Ingeniero/a en MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL.

Alumnos:

Sr. Cristofer Rafael Day Vega

Profesor Guía:

Mg. Ing. Cristian Cuadra U.



Resumen

KEYWORDS: OPTIMIZACIÓN, SEGURIDAD, EFICIENCIA, METODOLOGÍA DMAIC.

La optimización del desmontaje de una cinta transportadora modular en la Planta de Chocolates de Carozzi S.A. responde a riesgos asociados al manejo manual, la falta de estandarización de procedimientos y tiempos prolongados de desmontaje. Este proyecto busca abordar estos desafíos mediante una propuesta técnica basada en la mejora continua y en la alineación con normativas internacionales como la ISO 45001 y la Norma BRC.

El enfoque del presente proyecto incluye una evaluación exhaustiva de alternativas que priorizan la seguridad, la eficiencia y la viabilidad económica. A través de la metodología DMAIC, se analizan los problemas actuales, se identifican sus causas raíz y se desarrolla una solución óptima basada en la implementación de un sistema de izaje, garantizando un manejo más seguro y controlado de la cinta modular.

En el capítulo número uno, se realiza un análisis de la situación actual del proceso de desmontaje, describiendo sus limitaciones, riesgos y el impacto que tiene en la seguridad y productividad de la planta.

El capítulo número dos se centra en la propuesta de alternativas de mejora, utilizando herramientas técnicas para evaluar la viabilidad de cada una de ellas. Además, se desarrolla la solución seleccionada en detalle, considerando aspectos técnicos, económicos y normativos.

El capítulo número tres aborda la propuesta de implementación de la solución, incluyendo un plan de gestión de riesgos, seguimiento continuo y las medidas necesarias para garantizar la sostenibilidad y replicabilidad del proyecto en otras áreas de la planta.

Índice

Capítulo I : ASPECTOS GENERALES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 3

1.1. LA ORGANIZACIÓN 5

1.2. UNIDAD DE NEGOCIO 6

1.3. ESTRATEGIA ORGANIZACIONAL 7

1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....8

1.4.1. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA 11

1.5. REQUERIMIENTOS.....14

1.5.1. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL:.....14

1.5.2 EFICIENCIA OPERATIVA: 14

Capítulo II : PROPUESTA DE MEJORAS BASADO EN EL ANÁLISIS.....16

2.1. ALCANCE DEL PROYECTO.....17

2.1.1. LIMITACIONES 17

2.1.2. PREMISAS DEL PROYECTO 18

2.1.3. RESULTADOS ESPERADOS 18

2.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....19

2.2.1. ALTERNATIVA 1: IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE IZAJE PARA SU DESMONTAJE SEGURO 20

2.2.2. ALTERNATIVA 2: ESTANDARIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y MEJORA DEL ÁREA DE SOPORTE 21

2.2.2 ALTERNATIVA 3: IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE LIMPIEZA SIN DESMONTAJE 23

2.3. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 24

2.3.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN 25

2.3.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS 26

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....31

2.4.1. UBICACIÓN PERMANENTE DEL EQUIPO DE IZAJE 31

2.4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CÁLCULOS PARA EL SISTEMA DE IZAJE.....32

2.4.3 PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA EL DESMONTAJE DE LA CINTA.....37

2.4.4. BENEFICIOS TÉCNICOS DE LA SOLUCIÓN.....49

2.5 SITUACIÓN ACTUAL VERSUS SITUACIÓN PROPUESTA:.....50

2.5.1. SITUACIÓN ACTUAL: Limitaciones y riesgos del procedimiento actual.....50

2.5.2. SITUACIÓN PROPUESTA.....52

2.6. CONSIDERACIONES ADICIONALES.....58

2.6.1. PRUEBAS PILOTO: 58

2.6.2. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL:.....58

2.6.3. MONITOREO Y MANTENIMIENTO:	58
2.6.4 INNOVACIÓN Y BENCHMARKING	59
Capítulo III PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL DESMONTAJE DE CINTA MODULAR	63
3.1. ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE IZAJE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA	64
3.1.1. EVALUACIÓN DE RIESGOS: TABLA DE CRITERIOS	64
3.1.2. JUSTIFICACIÓN DE CADA RIESGO, PROBABILIDAD E IMPACTO	65
3.2 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	68
3.2.1 ENTREGABLES DEL PROYECTO	68
3.4 MONITOREO Y CONTROL DEL DESEMPEÑO DEL SISTEMA	73
3.4.1 KPI'S Y MÉTRICAS DE DESEMPEÑO	74
3.4.2. MONITOREO CONTÍNUO	76
3.4.3. ACCIONES CORRECTIVAS Y MEJORA CONTÍNUA	80
3.4.4. GESTIÓN DE CALIDAD Y AUDITORÍAS	82
3.4.5. PLAN DE MEJORA CONTÍNUA	83
3.5. VALOR AGREGADO DE LA MEJORA	85
3.6 INFORME FINAL DE CONTROL Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS	87
3.6.1. CONTENIDO DEL INFORME	88
CONCLUSIONES DEL PROYECTO	90
BIBLIOGRAFÍA	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1: Carozzi S.A Planta de Reñaca. 5

Figura I-2: Marcas reconocidas de Carozzi S.A.....6

Figura I-3: Cinta Transportadora de máquina MBP envasadora de Vizzios 7

Figura I-4: Cinta Modular Transportadora Tipo Vertical Inclinado 9

Figura I-5: Máquina Envasadora MBP 9

Figura I-6: Diagrama de Envasado y Empaque del Producto Vizzio.....10

Figura I-7: Diagrama de Ishikawa para el Análisis de las Causas del Problema..... 11

Figura II-1: Imagen ilustrativa de un Polipasto Eléctrico.....21

Figura II-2: Ilustración de una Roldana 21

Figura II-3: Representación de un sistema con mejoras en soportes y estructura de la cinta modular 22

Figura II-4: Sistema de limpieza automatizado para cintas transportadoras.....24

Figura II-5: Ubicación propuesta del Sistema de izaje en la máquina MBP. 32

Figura II-6: Área de destensado de la cinta transportadora.....39

Figura II-7: Ejemplo de pasador de acero con manilla para manejo y división de cinta modular.....39

Figura II-8: Tablero Eléctrico de Cinta Modular.....40

Figura II-9: Representación de la cinta modular en estado normal antes del avance controlado hacia el motorreductor.....41

Figura II-10: Representación de la cinta modular mientras la sección “cortada” sube hacia el motorreductor, mostrando el avance controlado.....42

Figura II-11: Proceso del Primer pasador modular en el área de destensado de la cinta modular.....43

Figura II-12: Ejemplo referencial del enrollado manual de una cinta modular. 44

Figura II-13: Pallets azul referencial usado en Carozzi para transporte de cintas modulares 45

Figura II-14: Conexión del pasador de acero al polipasto eléctrico 46

Figura II-15: Descenso controlado de la segunda sección de la cinta modular utilizando polipasto eléctrico.....47

Figura II-16: Polipasto de correa sintética de la serie BH de Konecranes, diseñado para entornos higiénicos como la industria alimentaria y farmacéutica. 60

Figura II-17: Brazo giratorio con polipasto instalado en planta industrial, mejorando la ergonomía y seguridad en la manipulación de cargas. Fuente: Hidrarel (s.f.).....61

Figura III-1: Imagen referencial de la utilización de Power Bi. 77

Figura III-2: Imagen referencial de la utilización de la herramienta Tableau. 78

Figura III-3: Imagen referencial de la utilización de la herramienta Looker Studio. 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1: Evaluación crítica de las alternativas para el desmontaje de la cinta transportadora.....26

Tabla II-2: Evaluación de costos asociados a la Alternativa 1 27

Tabla II-3: Evaluación de costos asociados a la Alternativa 2 28

Tabla II-4: Evaluación de costos asociados a la Alternativa 3 29

Tabla II-5: Resumen de la evaluación económica de las alternativas de Mejora del Desmontaje.....30

Tabla II-6: Resumen de cálculos de longitud y peso de la cinta.....35

Tabla II-7: Comparación de aspectos Situación actual vs Propuesta.....56

Tabla II-8: Indicadores operativos de la planta entre 2021 y 2023.....57

Tabla III-1: Evaluación cuantitativa de riesgos asociados al sistema de izaje.....65

Tabla III-2: Estructura de Descomposición del Trabajo 71

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico I-1: Diagrama de Pareto de causas de desmontaje ineficientes 12

Gráfico II-1: Comparación de la Reducción de Riesgos Método Actual y el Sistema Propuesto.....52

Gráfico II-2: Comparación de Tiempos entre el Método Actual y el Sistema Propuesto.....54

Gráfico II-3: Tendencia de disponibilidad del sistema productivo máquina envasadora MBP. 57

Gráfico III-1: Cronograma de Gantt Global del ProyectoFuente 73



SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

- **ISO 45001**: Norma Internacional para la Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional.
- **ISO 22000**: Norma Internacional para la Gestión de la Seguridad Alimentaria.
- **ISO 9001**: Norma Internacional para la Gestión de Calidad.
- **BRC**: British Retail Consortium, norma de seguridad alimentaria.
- **KPI**: Key Performance Indicator (Indicadores Clave de Desempeño).
- **EPP**: Equipos de Protección Personal.
- **ROI**: Return on Investment (Retorno de la Inversión).
- **DMAIC**: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, metodología de mejora continua.
- **MBP**: Máquina de Envasado de Productos.
- **Vizzio**: Producto de la Planta de Chocolates de Carozzi.
- **T**: Tiempo de desmontaje de la cinta transportadora modular.
- **m**: metros.
- **kg**: kilogramos.
- **min**: minutos.
- **m/s**: metros por segundo.
- **\$**: moneda, dólar (USD).

INTRODUCCIÓN

Carozzi S.A se posiciona como líder en la industria alimentaria de América Latina. La empresa destaca por una amplia variedad de productos y por marcas reconocidas como Carozzi, Costa y Ambrosoli. En particular, la Planta de Chocolates de Carozzi emplea cintas transportadoras modulares como elementos fundamentales en el proceso de envasado. Estas cintas facilitan el transporte de productos emblemáticos, como el "Vizzio", hacia alturas específicas para su empaquetado.

Actualmente, el procedimiento de "Aseo Mayor" (limpieza general) que se realiza mensualmente en la planta, implica el desmontaje manual de una cinta modular utilizando amarres. Este método se ha empleado durante más de 12 años y ha expuesto al personal a riesgos significativos. Dichos riesgos han derivado en incidentes que subrayan la necesidad de adoptar una solución más segura y eficiente. Según auditorías internas, el desmontaje manual requiere aproximadamente 30 minutos y representa un alto riesgo de accidentes laborales.

El objetivo de este proyecto de título es analizar alternativas para optimizar el desmontaje de la cinta transportadora modular. Se prioriza la implementación de equipos de izaje que permitan un proceso más seguro y controlado, eliminando la manipulación manual. La propuesta busca mejorar la seguridad del personal, reducir los tiempos de inactividad y garantizar el cumplimiento de normativas industriales, como la ISO 45001.

Además de reforzar la seguridad, la propuesta se orienta a incrementar la eficiencia operativa y la sostenibilidad de la planta. Asimismo, busca alinearse con estándares internacionales de calidad y seguridad. Este informe se estructura en tres capítulos. El primer capítulo describe los aspectos generales y la identificación del problema. El segundo capítulo explora las alternativas de solución, su evaluación técnica y económica. Finalmente, el tercer capítulo detalla la planificación de la implementación, las limitaciones, los riesgos asociados y los beneficios esperados para la Planta de Chocolates de Carozzi.



OBJETIVOS GENERALES

Desarrollar un plan integral para el desmontaje seguro de una cinta modular transportadora en la Planta Chocolates de Carozzi, considerando aspectos técnicos, de seguridad y ambientales, con el propósito de garantizar la protección personal, la preservación de los activos y el cumplimiento de las regulaciones vigentes en el sector industrial alimentario.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender los estándares de seguridad industrial aplicables al desmontaje de cintas modulares en la industria alimentaria, investigando regulaciones y normativas internacionales pertinentes.
- Desarrollar un plan detallado para el desmontaje seguro de la cinta modular transportadora, incluyendo pasos específicos, medidas de seguridad, normativas, consideraciones ambientales y asignación eficiente de recursos, analizando críticamente la estructura y los componentes de la cinta transportadora para identificar oportunidades de mejora y optimización del proceso.
- Evaluar la viabilidad y efectividad de la propuesta de desmontaje mediante la identificación de posibles limitaciones, riesgos y consideraciones prácticas.



Capítulo I : ASPECTOS GENERALES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Este capítulo presenta un análisis detallado de los antecedentes corporativos y operativos de Carozzi S.A. En este apartado se hace énfasis en la estructura organizativa de la empresa y en la distribución de sus unidades de negocio, prestando especial atención a aquellas vinculadas a la Planta de Chocolates. Se examinan las estrategias comerciales más relevantes y su relación con las operaciones internas de la planta. Asimismo, se describe el procedimiento de desmontaje actualmente implementado en la planta, identificando los riesgos ocupacionales más significativos. Junto con ello, se detallan las limitaciones técnicas y operativas que afectan la eficiencia y la seguridad del proceso.

La información presentada en este capítulo es clave para contextualizar la problemática específica que se aborda en este documento. Estos antecedentes proporcionan las bases necesarias para establecer los criterios técnicos requeridos en el diseño y la evaluación de las soluciones propuestas.

1.1. LA ORGANIZACIÓN

Carozzi S.A. es una empresa chilena con más de 120 años de trayectoria en la industria alimentaria y una sólida presencia en mercados de América Latina. Carozzi es propiedad de la familia Bofill y se ha consolidado como uno de los conglomerados más influyentes de la región. La empresa alcanza una facturación anual cercana a los 1.247 millones de dólares y emplea a más de 11.000 personas.



Figura I-1: Carozzi S.A Planta de Reñaca.

Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 13/03/2024.

En la “**Figura I-1**” se muestra la entrada de la Planta de Reñaca, una de las instalaciones más importantes de la compañía. Esta planta alberga tres unidades de producción: la Planta de chocolates, la Planta de caramelos y la Planta CALAF, cada una especializada en diferentes líneas de productos.

Carozzi posee un portafolio diverso de marcas reconocidas en la región. Entre ellas destacan: Carozzi (pastas), Costa (chocolates y galletas), Ambrosoli (confites) y Teófilo Grob (harinas), entre otras. Su modelo de negocio se fundamenta en la calidad, la innovación y la eficiencia en la producción, satisfaciendo las necesidades de diversos segmentos de consumidores.



Figura I-2: Marcas reconocidas de Carozzi S.A.

Fuente: Imagen extraída del sitio web oficial de Carozzi. Disponible en: www.carozzicorp.com.

Con una infraestructura moderna y diversa, Carozzi opera varias plantas de producción en Chile, cada una dedicada a líneas específicas de productos. En particular, la Planta de Chocolates (Figura I-1) se enfoca en la producción y envasado de productos de alta demanda como chocolates y confitería. En esta planta, la empresa prioriza aspectos esenciales como la seguridad, la calidad y la eficiencia en todos sus procesos.

1.2. UNIDAD DE NEGOCIO

Carozzi S.A. gestiona diversas unidades de negocio especializadas en la producción de alimentos, abarcando categorías como pastas, salsas, postres y confitería. Dentro de esta última categoría, la unidad de confitería se distingue por la fabricación de chocolates y dulces.

En esta unidad, la Planta de Chocolates desempeña un papel esencial al concentrarse en la producción y envasado de productos icónicos, como los chocolates Costa, una de las marcas más representativas del portafolio de la compañía. Alineada con su estrategia de mercado, Carozzi prioriza estándares estrictos de calidad y seguridad en la elaboración de sus productos, consolidando su liderazgo en la categoría de confitería.

La creciente demanda de chocolates y confites impulsa la mejora continua de los procesos productivos en esta planta. Esta optimización permite a la empresa mantener la calidad y competitividad de sus productos, al mismo tiempo que cumple con los exigentes estándares del mercado internacional.



Figura I-3: Cinta Transportadora de máquina MBP envasadora de Vizzios

Fuente: Fotografía proporcionada por personal autorizado de Carozzi S.A. (confidencial).

1.3. ESTRATEGIA ORGANIZACIONAL

La estrategia organizacional de Carozzi S.A. se estructura en tres pilares fundamentales: crecimiento económico, responsabilidad medioambiental y compromiso social. Como parte de su compromiso con la sostenibilidad, la empresa implementa medidas destinadas a reducir su impacto ambiental. Estas prácticas responsables se alinean con normativas internacionales como la ISO 14001.

En el ámbito de la seguridad y salud ocupacional, Carozzi establece políticas orientadas a proteger a sus colaboradores, adhiriéndose a estándares reconocidos como la ISO 45001. El objetivo de estas políticas es crear entornos de trabajo seguros y eficientes.

La organización también promueve una cultura empresarial cimentada en valores como el respeto, la sencillez, el compromiso, la honestidad y la pasión por el trabajo bien hecho, los cuales guían las interacciones diarias y el desempeño de sus empleados (**ver Figura 1-5**). Este enfoque permite a Carozzi mantener altos estándares de calidad y sostenibilidad, elementos esenciales para el éxito de sus operaciones, especialmente en la Planta de Chocolates.

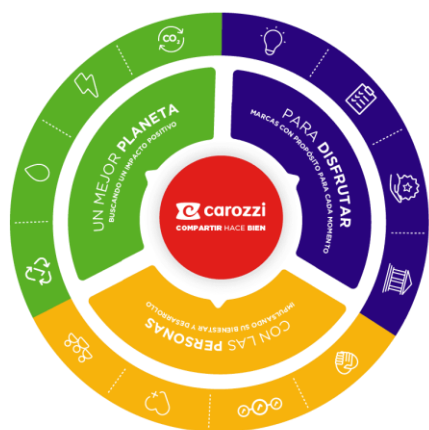


Figura I-4: Ciclo de sostenibilidad de Carozzi.



Figura I-5: Valores corporativos de Carozzi.

Fuente: Adaptado del Reporte Integrado Carozzi 2023.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La Planta de Chocolates de Carozzi realiza mensualmente un procedimiento de limpieza profunda, denominado "Aseo Mayor", que exige el desmontaje de una cinta transportadora modular (**Figura I-4**). En la actualidad, este proceso se lleva a cabo de forma manual utilizando elementos de amarre, lo cual representa un alto riesgo para la seguridad del personal debido a la manipulación directa de componentes pesados en altura. Este método se ha utilizado durante más de 12 años como práctica estándar, exponiendo de forma continua a los trabajadores a condiciones peligrosas.

En el año 2024 se documentaron dos incidentes laborales relacionados con el desmontaje y la manipulación de equipos en esta planta. El primero ocurrió en enero y afectó a la máquina envasadora MBP (Figura I-5), un equipo crítico en el proceso de envasado del producto "Vizzio". Este evento evidenció los peligros asociados al manejo manual de equipos en una línea de producción de alta demanda. El segundo incidente se registró entre julio y septiembre e involucró otra cinta modular. Esto reforzó la necesidad de establecer procedimientos de desmontaje seguros y estandarizados.

Además, los registros operativos entre los años 2021 y 2023 muestran una tendencia decreciente en la disponibilidad del sistema productivo, lo que también refuerza la necesidad de optimizar procedimientos dentro del mantenimiento programado, como el desmontaje de la cinta.

Según reportes internos, el desmontaje manual de la cinta modular requiere en promedio 30 minutos. Durante ese periodo, los trabajadores están expuestos a riesgos significativos de accidentes. Este procedimiento no solo pone en peligro la seguridad del personal, sino que también afecta negativamente la eficiencia operativa de la planta al generar tiempos de inactividad, lo que repercute en la productividad.



**Figura I-4: Cinta Modular Transportadora
Tipo Vertical Inclinado**

Fuente: www.ammeraalbeltech.com -
Catálogo de Cintas Transportadoras



Figura I-5: Máquina Envasadora MBP

Fuente: www.mbp.it - *Sección
Productos Envasadores*

En el diagrama adjunto se presentan las etapas principales del flujo de la línea de envasado y empaque del producto “Vizzio”, resaltando el papel fundamental de la cinta transportadora modular dentro del proceso.



Fuente: *Elaboración propia en base a fotografías reales de la Máquina envasadora MBP.*

Figura I-6: Diagrama de Envasado y Empaque del Producto Vizzio.

1.4.1. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA

Para analizar las causas que generan un desmontaje riesgoso e ineficiente de la cinta transportadora modular, se empleó un **Diagrama de Ishikawa**. Dicho diagrama permite categorizar las causas en seis factores principales: método, personal, equipos, materiales, entorno laboral y supervisión. Cada categoría se desglosa en subcausas específicas, identificadas y priorizadas a partir de las observaciones y entrevistas realizadas en la planta.

En la **Figura I-7** se presenta el Diagrama de Ishikawa, donde las causas están enumeradas y agrupadas según su contribución al problema identificado.

Adicionalmente, se elaboró un gráfico de Pareto para evaluar y jerarquizar las principales causas identificadas. Este gráfico, presentado como el “**Gráfico I-1**” muestra el impacto relativo de cada causa y destaca las más críticas en términos de frecuencia e impacto. El análisis Pareto permite enfocar los esfuerzos de mejora en las áreas que generan el mayor beneficio.

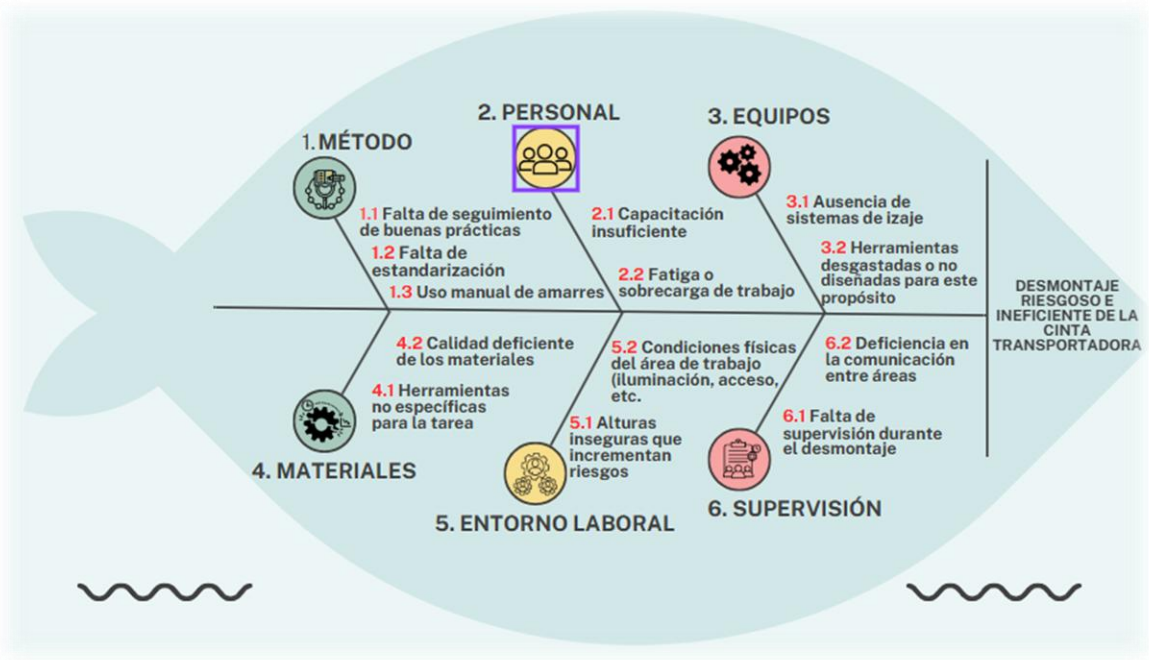


Figura I-7: Diagrama de Ishikawa para el Análisis de las Causas del Problema.

Fuente: *Elaboración Propia basada en el análisis interno de las causas de ineficiencia en el desmontaje de la cinta transportadora.*

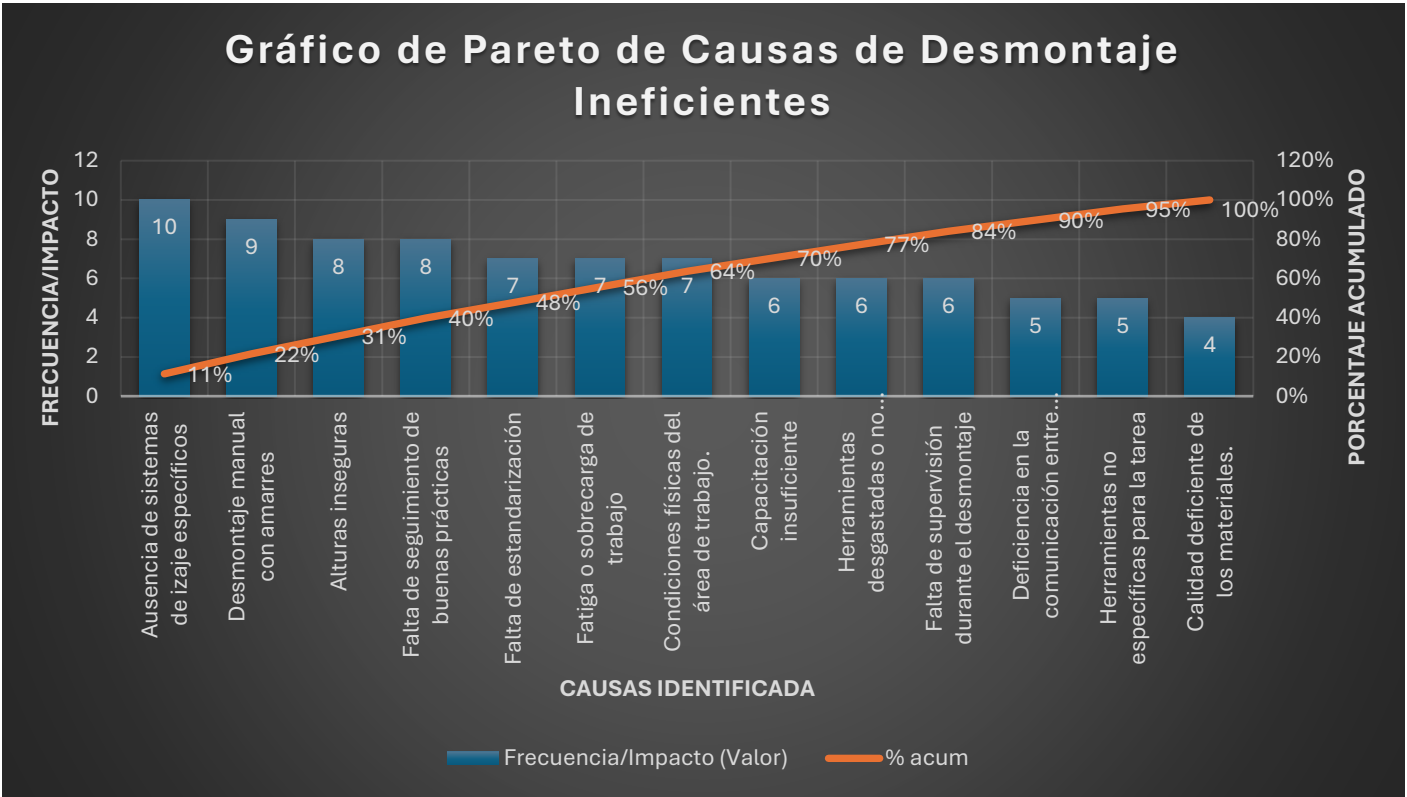


Gráfico I-1: Diagrama de Pareto de causas de desmontaje ineficientes

Fuente: Elaboración Propia basada en análisis *interno de las causas de ineficiencia en el desmontaje de la cinta transportadora.*

1.4.2. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS

El análisis realizado mediante el Diagrama de Ishikawa (Figura I-7) y el Gráfico de Pareto (¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.) permitió identificar las principales causas del desmontaje inseguro e ineficiente de la cinta transportadora modular. A continuación, se detallan los hallazgos más relevantes:

1.4.2.1. MÉTODO

1. **FALTA DE SEGUIMIENTO DE BUENAS PRÁCTICAS:** La ausencia de protocolos documentados de buenas prácticas conduce a procedimientos improvisados, incrementando la variabilidad y los riesgos.

2. **FALTA DE ESTANDARIZACIÓN:** La ausencia de manuales o guías operativas documentadas para el desmontaje de cintas modulares dificulta la uniformidad en las operaciones.
3. **USO MANUAL DE AMARRES:** Se utilizan herramientas no adecuadas para la tarea, lo que expone al personal a riesgos elevados.

1.4.2.2. PERSONAL

- **Capacitación insuficiente:** El personal no cuenta con formación suficiente en técnicas seguras de desmontaje.
- **Fatiga o sobrecarga de trabajo:** Las exigencias laborales generan cansancio físico, lo que aumenta la probabilidad de cometer errores.

1.4.2.3. EQUIPOS

- **Ausencia de sistemas de izaje específicos:** Falta de equipos diseñados para las características de la cinta transportadora, lo que dificulta un manejo seguro.
- **Herramientas desgastadas o inadecuadas:** Las herramientas disponibles están desgastadas o no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas.

1.4.2.4. MATERIALES

- **Herramientas no específicas:** El uso de materiales genéricos compromete la seguridad del proceso.
- **Calidad deficiente:** Los materiales utilizados no cumplen con los estándares industriales necesarios para garantizar su funcionalidad.

1.4.2.5. ENTORNO LABORAL

- **Alturas inseguras:** La cinta transportadora está instalada a una altura considerable, lo que obliga al personal a realizar maniobras en condiciones peligrosas.



- **Condiciones físicas del área:** La iluminación deficiente y los accesos limitados dificultan las operaciones de desmontaje.

1.4.2.6. SUPERVISIÓN

- **Falta de supervisión directa:** La ausencia de monitoreo durante el desmontaje facilita la improvisación.
- **Deficiencia en la comunicación:** La falta de coordinación entre las áreas de mantenimiento y producción, afecta la planificación y ejecución del proceso.

1.5. REQUERIMIENTOS

La jefatura del área ha definido los siguientes requerimientos para la implementación de una solución adecuada en el desmontaje de la cinta transportadora modular en la Planta de Chocolates de Carozzi:

1.5.1. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL:

La solución propuesta debe eliminar los riesgos relacionados con la manipulación de la cinta, así como el uso inseguro de elementos de amarre, garantizando condiciones de trabajo seguras. Además, debe cumplir con los estándares internacionales de seguridad, particularmente con la **ISO 45001**.

1.5.2 EFICIENCIA OPERATIVA:

El proceso de desmontaje de la cinta transportadora modular debe optimizarse para realizarse en el menor tiempo posible, evitando interrupciones prolongadas que afecten la continuidad operativa de la planta. Esto implica reducir el tiempo promedio requerido para el desmontaje e implementar estrategias que favorezcan la eficiencia en todas las etapas del proceso.

- **Cumplimiento Normativo:** La solución propuesta deberá cumplir con las normativas locales e internacionales para garantizar la inocuidad, la seguridad y la calidad en el

entorno de producción. Entre los estándares a considerar se encuentran: **ISO 45001** (Seguridad y Salud Ocupacional), **ISO 9001** (Gestión de Calidad), **ISO 22000** (Seguridad Alimentaria) y el estándar **BRC** (Norma de Inocuidad Alimentaria).

- **Compatibilidad Técnica:** La solución deberá integrarse de manera efectiva con la infraestructura existente de la planta, evitando la necesidad de modificaciones estructurales significativas. Esto implica asegurar la compatibilidad con el diseño y las dimensiones de la cinta transportadora modular utilizada actualmente en la línea de producción.
- **Sostenibilidad y Eficiencia Energética:** La solución debe considerar la sostenibilidad y la eficiencia energética, en coherencia con los principios de la norma **ISO 14001** de gestión ambiental, optimizando el uso de los recursos energéticos. Esto implica implementar prácticas sostenibles que reduzcan el consumo de energía y promuevan la eficiencia en el uso de los recursos disponibles en la planta.
- **Eficiencia en Costos:** La solución debe contribuir a reducir los costos operativos y de mantenimiento con respecto al método actual, considerando aspectos como los tiempos de inactividad y el uso de recursos adicionales.

El análisis detallado presentado en este capítulo permitió identificar las principales causas del desmontaje riesgoso e ineficiente de la cinta transportadora modular en la Planta de Chocolates de Carozzi. A través del **Diagrama de Ishikawa y el Gráfico de Pareto**, dichas causas se estructuraron en seis categorías fundamentales, lo que destacaron la necesidad de un enfoque integral para su resolución. Asimismo, se definieron requerimientos técnicos, normativos y operativos que servirán como criterios clave para guiar la selección y evaluación de soluciones.

En el siguiente capítulo se presentarán alternativas específicas de mejora diseñadas para abordar estas causas y cumplir con los requerimientos establecidos. Además, se evaluará su viabilidad técnica, económica y normativa, asegurando así un desmontaje seguro, eficiente y sostenible.



Capítulo II : PROPUESTA DE MEJORAS BASADO EN EL ANÁLISIS



INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO II: PROPUESTAS DE MEJORAS

Este capítulo presenta las alternativas diseñadas para mejorar el desmontaje de la cinta transportadora modular en la Planta de Chocolates Carozzi. Las propuestas buscan garantizar un proceso más seguro y eficiente, cumpliendo con las normativas internacionales aplicables. Se detallan las características de cada opción y se establece cual será la solución más adecuada para el desmontaje.

2.1. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto se enfoca en mejorar la seguridad y eficiencia del desmontaje de una cinta modular durante el proceso de "Aseo Mayor" en la Planta de Chocolates Carozzi S.A. Este procedimiento es esencial para garantizar la limpieza completa de la máquina MBP, un equipo clave en la producción del Vizzio. El propósito principal es reducir los riesgos inherentes al desmontaje manual, mejorar los tiempos de ejecución y asegurar el cumplimiento de normativas industriales, con especial énfasis en la **Norma BRC (British Retail Consortium)**.

El alcance considera la identificación de soluciones que aborden las causas fundamentales previamente analizadas. Además, incluye la elaboración de un plan detallado para implementar medidas de seguridad y mitigación de riesgos, priorizando la compatibilidad técnica con la infraestructura existente.

2.1.1. LIMITACIONES

El proyecto presenta diversas restricciones que condicionan su alcance y ejecución. En primer lugar, el presupuesto asignado es limitado, lo que influye directamente en la toma de decisiones para una eventual solución que maximice la relación costo-beneficio.

En segundo lugar, el plazo de implementación se establece en seis meses, lo que exige una planificación detallada y eficiente para cumplir con los objetivos definidos dentro del tiempo estipulado.

Por último, dado que el desmontaje se lleva a cabo durante el proceso de “Aseo Mayor”, las alternativas propuestas deben garantizar que no interfieran significativamente con la limpieza integral de la máquina MBP, asegurando la continuidad operativa y el cumplimiento de los estándares de inocuidad alimentaria.

2.1.2. PREMISAS DEL PROYECTO

El proyecto se fundamenta en una serie de premisas clave que guían el diseño y la implementación de las soluciones propuestas:

1. Limpieza integral y seguridad: El desmontaje debe garantizar que la máquina MBP pueda ser limpiada completamente, sin comprometer la seguridad del personal involucrado en el proceso.
2. Continuidad operativa; Las propuestas deben ser diseñadas para minimizar cualquier interrupción en la operatividad general de la planta durante el "Aseo Mayor".
3. Compatibilidad técnica y normativas: Las soluciones deben ser técnicamente compatibles con la infraestructura existente en la planta. Además, deben priorizar el cumplimiento estricto de la Norma BRC, asegurando que se mantengan los estándares de inocuidad y calidad requeridos.

2.1.3. RESULTADOS ESPERADOS

El proyecto busca alcanzar una serie de resultados específicos, enfocados en optimizar el proceso de desmontaje de la cinta modular y garantizar su alineación con los objetivos de seguridad, eficiencia y normatividad industrial:

1. **Estandarización del desmontaje:** Se espera implementar un procedimiento sistemático y seguro que permita realizar el desmontaje en un tiempo no mayor a **20 minutos**. Este estándar asegurará la integración del procedimiento en el "Aseo Mayor" mensual sin causar interrupciones adicionales.
2. **Reducción de incidentes laborales:** Eliminar completamente los incidentes relacionados con el desmontaje de la cinta perteneciente a la máquina MBP durante los próximos 12 meses, promoviendo un entorno laboral más seguro.



3. **Capacitación del personal:** Capacitar al **100% del personal** involucrado en el proceso, garantizando que todos cuenten con el conocimiento necesario para aplicar los nuevos procedimientos de forma segura y eficiente, así como para manejar herramientas especializadas.
4. **Cumplimiento de normativas:** Alinear el diseño del procedimiento con la **Norma BRC**, asegurando la inocuidad alimentaria y calidad del proceso. Asimismo, incorporar los estándares de seguridad ocupacional definidos por la ISO 45001.

2.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

En esta sección se detallan tres propuestas de solución diseñadas para optimizar el desmontaje de la cinta modular. Cada alternativa se ha desarrollado con el objetivo de abordar las principales causas raíz identificadas en el análisis previo.

Las propuestas incluyen soluciones tanto técnicas como operativas, las cuales posteriormente serán evaluadas en términos de su viabilidad técnica, económica y operativa, determinando así la opción más adecuada para la planta.

2.2.1. ALTERNATIVA 1: IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE IZAJE PARA SU DESMONTAJE SEGURO

La primera propuesta consiste en la instalación de un sistema de izaje compuesto por un polipasto eléctrico, poleas y otros componentes especializados, diseñados para realizar el desmontaje de la cinta modular de manera segura y controlada. Este sistema elimina la necesidad de manipulación manual, reduciendo significativamente los riesgos asociados. Además, contempla la inclusión de mecanismos de bloqueo y soportes ajustables para estabilizar los componentes durante el proceso.

Ventajas:

- ✓ Reducción significativa del esfuerzo físico del personal y disminución de riesgos laborales.
- ✓ Compatibilidad con diferentes líneas de producción, proporcionando flexibilidad a la planta.
- ✓ Mejora en la eficiencia operativa y cumplimiento estricto de normativas.

Desventajas:

- ✗ Inversión inicial puede ser elevada para adquirir e instalar el sistema.
- ✗ Necesidad de capacitación especializada para el personal.

Causas Abordadas:

- ⚠ Falta de sistemas de izaje específicos (equipos dedicados para levantar y manipular la cinta).
- ⚠ Riesgos asociados al manejo manual de componentes pesados.



Fuente: *ferreteriaduttyup.cl*

Figura II-1: Imagen ilustrativa de un Polipasto Eléctrico



Fuente: *aimtec.cl*

Figura II-2: Ilustración de una Roldana

2.2.2. ALTERNATIVA 2: ESTANDARIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y MEJORA DEL ÁREA DE SOPORTE

La segunda alternativa se centra en diseñar un procedimiento estandarizado de desmontaje, que describa detalladamente la forma en que se debe limpiar la cinta e incorpore adaptaciones en el área de trabajo para mejorar la ergonomía. Esto incluye la instalación de plataformas ajustables y soportes adicionales que faciliten las labores del personal.

Ventajas:

- ✓ Reducción del esfuerzo físico y de los tiempos de desmontaje.
- ✓ Costo de implementación bajo en comparación con alternativas tecnológicas.
- ✓ Mejora en la supervisión del proceso y cumplimiento de normativas internas.

Desventajas:

- ✗ Depende del compromiso del personal para seguir el procedimiento.
- ✗ No elimine completamente los riesgos asociados al manejo manual.

Causas Abordadas:

- ⚠ Falta de estandarización en los procedimientos.
- ⚠ Condiciones físicas del área de trabajo que dificultan el desmontaje (ergonomía deficiente, espacios reducidos, etc).



Figura II-3: Representación de un sistema con mejoras en soportes y estructura de la cinta modular

Fuente: Imagen extraída de la página oficial de Camprodón, Empresa especialista en Sistemas de Transporte Modular.

2.2.2 ALTERNATIVA 3: IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE LIMPIEZA SIN DESMONTAJE

La tercera alternativa propone la incorporación de un sistema de limpieza automatizado diseñado específicamente para eliminar la necesidad de desmontar la cinta modular durante el proceso de “Aseo Mayor”. Este sistema utilizaría boquillas de aspersión y tecnologías avanzadas para asegurar una limpieza profunda y eficiente, reduciendo la intervención manual en el proceso.

Ventajas:

- ✓ Evita por completo la manipulación de la cinta, reduciendo los riesgos laborales.
- ✓ Mejora la eficiencia del proceso de limpieza al automatizar la eliminación de residuos.

Desventajas:

- ✗ Altos costos iniciales de implementación.
- ✗ Requiere validaciones para garantizar el cumplimiento normativo y la inocuidad del producto.

Causas Abordadas:

- ⚠ Mitiga completamente los riesgos asociados a la manipulación de la cinta.
- ⚠ Tiempo y esfuerzo involucrados en el desmontaje actual.



Figura II-4: *Sistema de limpieza automatizado para cintas transportadoras*

Fuente: Imagen extraída de la página oficial de la empresa “System cleaners”, especialistas en limpieza de cintas transportadoras.

2.3. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

La selección de la alternativa más adecuada para optimizar el desmontaje de la cinta modular se realizó mediante una evaluación detallada basada en criterios claves. Estos incluyen eficacia, costo, seguridad, tiempo de implementación, sostenibilidad y mantenibilidad.

2.3.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

A continuación, se definen los criterios utilizados para cada alternativa, junto con una escala cualitativa (Alta, Media, Baja) para su valoración:

- 1. Eficacia:** Capacidad de la alternativa para cumplir el objetivo de reducir el riesgo de accidentes y mejorar el proceso de desmontaje.
 - **Alta:** Solución integral y efectiva que aborda la mayoría de las causas raíz.
 - **Media:** Resuelve algunos aspectos del problema, pero puede no abordar todos los desafíos completamente.
 - **Baja:** Impacto limitado, sin mejoras significativas en el proceso.
- 2. Costo:** Considera la inversión inicial, los costos de operación y los de mantenimiento.
 - **Alto:** Más de \$10,000.
 - **Medio:** Entre \$5,000 y \$10,000.
 - **Bajo:** Menos de \$5,000.
- 3. Seguridad:** Evalúa la protección que cada alternativa ofrece al personal, en términos de reducción de riesgos y cumplimiento normativo (por ejemplo, ISO 45001).
 - **Alta:** Mejora significativa en la seguridad del personal.
 - **Media:** Mejora limitada, pero cumple con las normativas básicas.
 - **Baja:** Mejora mínima, dejando algunos riesgos sin mitigar.
- 4. Tiempo de Implementación:** Tiempo necesario para poner en marcha cada alternativa.
 - **Alto:** Más de 6 meses.
 - **Medio:** Entre 3 y 6 meses.
 - **Bajo:** Menos de 3 meses.
- 5. Sostenibilidad:** Analiza el impacto ambiental y la alineación con políticas de sostenibilidad (ISO 14001).
 - **Alta:** Minimiza el impacto ambiental y promueve prácticas sostenibles.
 - **Media:** Considera aspectos sostenibles de forma moderada.
 - **Baja:** Poca o ninguna consideración ambiental.
- 6. Mantenibilidad:** Evalúa la facilidad de realizar el mantenimiento posterior.
 - **Alta:** Mantenimiento poco frecuente y componentes accesibles.
 - **Media:** Requiere mantenimiento moderado con algunas restricciones.
 - **Baja:** Mantenimiento frecuente y difícil acceso a componentes.

Tabla II-1: Evaluación crítica de las alternativas para el desmontaje de la cinta transportadora

Criterio	Alternativa 1: Sistema de Izaje	Alternativa 2: Mejora del Área de Soporte	Alternativa 3: Limpieza Automatizada
Eficacia	Alta (5)	Media (3)	Media (3)
Costo	Bajo (5)	Bajo (5)	Alto (1)
Seguridad	Alta (5)	Media (3)	Media (3)
Tiempo de Implementación	Medio (3)	Bajo (5)	Media (3)
Sostenibilidad	Alta (5)	Media (3)	Alta (5)
Mantenibilidad	Alta (5)	Media (3)	Baja (1)
Puntaje Total	28	22	16

Fuente: Elaboración propia, en base a estimaciones.

2.3.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS

En este apartado se analiza la viabilidad económica de las tres alternativas propuestas. La evaluación considera los costos asociados a la implementación y mantenimiento, así como los ahorros estimados derivados de su aplicación. Adicionalmente, se calcula el retorno de inversión (ROI) para identificar la opción más rentable y sostenible. Finalmente, se determina el tiempo de recuperación de la inversión como indicador clave para la toma de decisiones.

$$ROI \text{ (\%)} = \frac{\textit{Beneficio neto}}{\textit{Inversión inicial}} \times 100$$

$$\textit{Tiempo de Recuperación} = \frac{\textit{Inversión inicial}}{\textit{Beneficio neto}}$$

2.3.2.1. ALTERNATIVA 1: SISTEMA DE IZAJE

Costos Asociados:

- **Inversión inicial:** \$1,200 (polipasto eléctrico y componentes complementarios como roldanas y soportes intermedios).
- **Mantenimiento anual:** \$200 (inspecciones trimestrales y ajustes preventivos).

Ahorros Estimados

1. Reducción de incidentes laborales:
 - Costo promedio por incidente: \$1,000.
 - Incidentes evitados por año: 3.
 - Ahorro estimado: \$3,000/año.
2. Optimización del tiempo de desmontaje:
 - Tiempo actual: 30 minutos.
 - Tiempo propuesto: 15 minutos.
 - Ahorro en horas-hombre: \$750/año (considerando desmontaje mensual y un costo de \$50/hora).
3. Mayor vida útil de los componentes:
 - Reducción del desgaste y fallos: \$950/año.

Tabla II-2: Evaluación de costos asociados a la Alternativa 1: Sistema de Izaje

Aspecto	Detalle	
Inversión inicial	\$1.200	USD
Mantenimiento anual	\$200	USD
Ahorros por incidentes	\$3.000	USD/año (3 incidentes evitados)
Ahorros en el tiempo	\$750	USD/año (reducción de desmontaje de 30 min a 15 min)
Ahorros por durabilidad	\$950	USD/año (reducción de desgaste y fallos)
Total de ahorros anuales	\$4.700	USD
Beneficio Neto	\$4.500	USD
Retorno de Inversión (ROI)	375%	Porcentaje ROI
Tiempo de recuperación	0,267	Meses (3 meses aprox.)

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de materiales y estimaciones.

Total de ahorros anuales estimados: \$4,700.

Retorno de Inversión (ROI):

La inversión inicial de \$1,200 se recupera en menos de un año gracias a ahorros anuales estimados en \$4,700 derivados de la reducción de incidentes laborales y tiempos de desmontaje.

Esta alternativa garantiza no solo mejoras técnicas y operativas, sino también sostenibilidad económica en el corto plazo.

2.3.2.2. ALTERNATIVA 2: MEJORA DEL ÁREA DE SOPORTE

Costos Asociados

- **Inversión inicial:** \$700 (plataformas ajustables y herramientas adicionales).
- **Mantenimiento anual:** \$150 (ajustes y reposición de piezas).

Ahorros Estimados

1. **Reducción de incidentes laborales:**
 - **Incidentes evitados por año:** 2.
 - **Ahorro estimado:** \$2,000/año.
2. **Optimización del tiempo de desmontaje:**
 - **Tiempo actual:** 30 minutos.
 - **Tiempo propuesto:** 20 minutos.
 - **Ahorro en horas-hombre:** \$500/año.

Tabla II-3: Evaluación de costos asociados a la Alternativa 2: Mejora del “Área de Soporte de la Cinta”.

Aspecto	Detalle	
Inversión inicial	\$700	USD
Mantenimiento anual	\$150	USD
Ahorros por incidentes	\$2.000	USD/año (2 incidentes evitados)
Ahorros en el tiempo	\$500	USD/año (reducción de desmontaje de 30 min a 20 min)
Total de ahorros anuales	\$2.500	USD
Beneficio Neto	\$2.350	USD
Retorno de Inversión (ROI)	336%	Porcentaje ROI
Tiempo de recuperación	0,30	meses (3-4 meses aprox.)

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de materiales y estimaciones.

Total de ahorros anuales estimados: \$2,500.

Retorno de Inversión (ROI):

La inversión inicial de \$700 se recupera en aproximadamente 3-4 meses. Sin embargo, los ahorros a largo plazo son menores en comparación con la alternativa del sistema de izaje, ya que esta opción no aborda completamente las limitaciones del proceso actual.

2.3.2.3. ALTERNATIVA 3: LIMPIEZA AUTOMATIZADA

Costos Asociados

- **Inversión inicial:** \$8,500 (sistema de limpieza automatizado con boquillas de aspersión y tecnología avanzada).
- **Mantenimiento anual:** \$600 (inspección y reposición de componentes).

Ahorros Estimados

1. **Eliminación del desmontaje manual:**
 - **Tiempo y esfuerzo reducidos:** \$1,000/año.
2. **Reducción de incidentes laborales:**
 - **Incidentes evitados por año:** 3.
 - **Ahorro estimado:** \$3,000/año.

Tabla II-4: Evaluación de costos asociados a la Alternativa 3: Limpieza automatizada.

Aspecto	Detalle	
Inversión inicial	\$8.500	USD
Mantenimiento anual	\$600	USD
Ahorros por desmontaje	\$1.000	USD/año (eliminación del desmontaje manual)
Ahorros por incidentes	\$3.000	USD/año (3 incidentes evitados)
Total de ahorros anuales	\$4.000	USD
Beneficio Neto	\$3.400	USD
Retorno de Inversión (ROI)	40%	Porcentaje ROI
Tiempo de recuperación	2,5	Años aprox.

Fuente: *Elaboración propia en base a cotizaciones de materiales y estimaciones.*

Total de ahorros anuales estimados: \$4,000.

Retorno de Inversión (ROI):

La inversión inicial de \$8,500 se recupera en poco más de 2 años. Aunque esta alternativa elimina completamente la necesidad de desmontaje, sus altos costos iniciales y de mantenimiento la hacen menos viable económicamente para este caso.

Tabla II-5: *Resumen de la evaluación económica de las alternativas de Mejora del Desmontaje*

Alternativa	Inversión Inicial	Ahorros Anuales	Mantenimiento Anual	ROI	Ventajas Clave
Sistema de Izaje	\$1.200	\$4.700	\$200	3 meses	Seguridad mejorada, optimización de tiempo
Mejora del Área de Soporte	\$700	\$2.500	\$150	3-4 meses	Costo bajo, mejora parcial.
Limpieza Automatizada	\$8.500	\$4.000	\$600	2,5 años	Elimina desmontaje, alto costo inicial.

Fuente: *Elaboración propia, en base a evaluaciones económicas de las Alternativas de solución.*

La evaluación económica confirma que la implementación de un sistema de izaje representa la alternativa más conveniente. Con un retorno de inversión (ROI) inferior a un año y ahorros significativos en tiempo y seguridad, esta solución logra equilibrar la viabilidad económica con los beneficios técnicos y operativos, alineándose con los objetivos establecidos en el proyecto.

Además, la incorporación de equipos de izajes especializados mejora considerablemente la seguridad ocupacional al minimizar la exposición del personal a lesiones derivadas de la manipulación manual de componentes pesados. También estandariza el proceso, alineándolo con normativas internacionales como **ISO 45001** y la **Norma BRC**. La versatilidad de estos equipos permite su aplicación en otras áreas de la planta, lo que incrementa su valor dentro de la planta.

Desde una perspectiva de sostenibilidad, esta solución contribuye a un entorno laboral más eficiente al reducir el desgaste físico del personal y optimizar la asignación de recursos, en línea con los principios de la ISO 14001 de gestión ambiental. Asimismo, su alta mantenibilidad asegura

una operación confiable a largo plazo, ya que las tareas de mantenimiento preventivo pueden ser realizadas trimestralmente por el personal interno, sin necesidad de recurrir frecuentemente a servicios externos.

Aunque la instalación de los equipos de izaje requiere una inversión inicial moderada y un período de implementación estimado de 3 a 6 meses, estos costos se justifican plenamente por los beneficios operativos y de seguridad que aporta. Este enfoque integral aborda eficazmente las causas raíz identificadas en el análisis previo, proporcionando una solución que combina eficacia, sostenibilidad y seguridad.

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución seleccionada, consistente en la instalación de equipos de izaje, se detalla en esta sección. Se describen sus aspectos clave, incluyendo la ubicación del equipo, las especificaciones técnicas y los procedimientos necesarios para su implementación.

2.4.1. UBICACIÓN PERMANENTE DEL EQUIPO DE IZAJE

El equipo de izaje será instalado de forma fija en el techo, ubicado estratégicamente sobre la sección superior de la cinta modular, aproximadamente a 1 metro de la pesadora **de la máquina MBP** (véase *Figura II-5*). Esta ubicación ha sido seleccionada para facilitar un desmontaje seguro y controlado, siguiendo el recorrido natural de la cinta y reduciendo al mínimo los riesgos derivados del manejo manual.

Para abordar los desafíos relacionados con el espacio reducido (15 cm entre el techo y la cinta) y la geometría curva de la cinta modular, se integrará una **roldana de guía**. Este componente permitirá dirigir el cable del polipasto hacia la cinta, garantizando un ángulo adecuado durante todas las etapas del proceso.

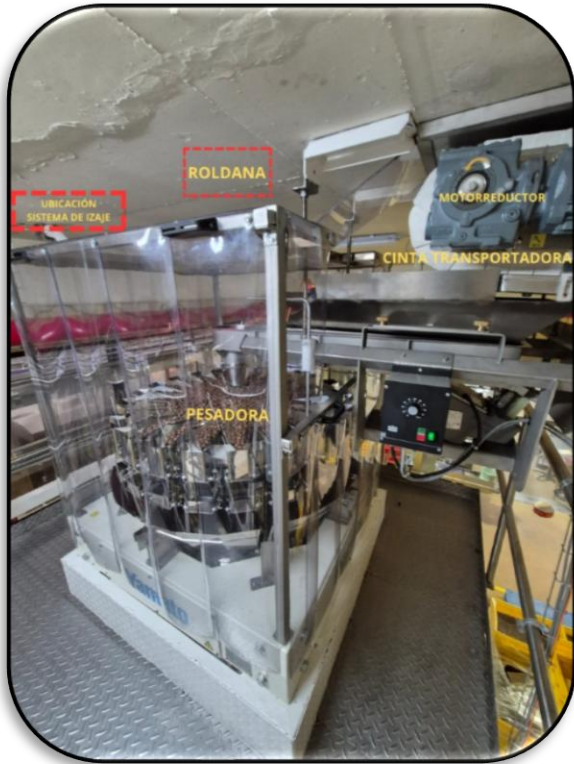


Figura II-5: Ubicación propuesta del Sistema de izaje en la máquina MBP.

Fuente: *Imagen proporcionada de forma confidencial, con modificaciones y anotaciones propias.*

En la imagen (**Figura II-5: Ubicación propuesta del Sistema de izaje en la máquina MBP.***Figura II-5*), se destacan los principales elementos del sistema, entre ellos: el motorreductor, cinta transportadora, pesadora, roldana de guía y la ubicación específica del equipo de izaje. Cada uno de estos componentes desempeñará un papel esencial en la implementación y operación eficiente de la solución propuesta.

2.4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CÁLCULOS PARA EL SISTEMA DE IZAJE

Para determinar las características del sistema de izaje, se calculó previamente la longitud total y el peso de la cinta transportadora, considerando sus tramos horizontales, inclinados y curvas. La altura estimada del recorrido del sistema es de 3,5 metros y la longitud horizontal de cada tramo

es de aproximadamente 2,4 metros. Los resultados obtenidos de estos cálculos sirven de base para la selección del polipasto y otros componentes, asegurando que cumplan con los requisitos de capacidad y seguridad.

2.4.2.1. CÁLCULO DE LA LONGITUD TOTAL DE LA CINTA

La cinta transportadora sigue un recorrido cerrado compuesto por distintos segmentos. A continuación, se resumen los pasos para calcular su longitud total y peso:

1. TRAMOS HORIZONTALES (L_{ht})

La cinta incluye dos tramos horizontales (superior e inferior), cada uno de aproximadamente 2.4 metros:

$$L_{ht} = 2 \times 2.4 = 4.8 \text{ metros}$$

L_{ht} : Longitud horizontal total

2. TRAMOS INCLINADOS (L_{it})

Los tramos inclinados se calcularon utilizando el teorema de Pitágoras:

$$Li = \sqrt{(Lth)^2 + (Av)^2}$$

Dónde:

- L_i : Longitud inclinada
- L_h : Longitud horizontal
- Av : Altura Vertical

$$Li = \sqrt{(2.4)^2 + (3.5)^2}$$

$$Li = \sqrt{5,76 + 12,25} = \sqrt{18,01} \approx 4,24 \text{ metros}$$

Dado que hay dos tramos inclinados (ida y vuelta):

$$Li_t = 2 \times Li = 8.48 \text{ metros}$$



3. CURVAS (L_c)

Cada curva tiene una radio estimada de 0,4 metros y un ángulo de 90° . La longitud de una curva se calcula como:

$$L_c = 2 \times \pi \times R \times \frac{\theta}{360}$$

$$L_c = 2 \times \pi \times 0,4 \times \frac{90}{360} \approx 0,628 \text{ metro}$$

Para las dos curvas:

$$L_{c_{total}} = 2 \times 0,628 = 1,256 \text{ metros}$$

4. LONGITUD TOTAL (L_{Total})

La longitud total de la cinta se obtiene sumando los tramos horizontales, inclinados y curvas:

$$L_{Total} = L_{ht} + L_{it} + L_{ct}$$

$$L_{Total} = 4,8 + 8,48 + 1,256 = 14,536 \text{ metros}$$

5. CÁLCULO DEL PESO TOTAL DE LA CINTA

El peso total se calculó con la fórmula:

$$P_{total} = L_{total} \times P_{ML}$$

Donde:

$$P_{ML}: \text{Peso por metro Lineal (5,6 kg)}$$

Sustituyendo:

$$P_{total} = 14,536 \times 5,6 \approx 81,4 \text{ kg}$$

Tabla II-6: Resumen de cálculos de longitud y peso de la cinta.

Parámetro	Valor
LONGITUD TOTAL (L_{Total})	14,536 metros
PESO TOTAL (P_{total})	81,4 kg

Fuente: *Elaboración propia en base a resultados de los cálculos.*

Estos valores serán utilizados como base para la selección del polipasto y/o winche, junto con otros componentes del sistema de izaje, asegurando que dichos equipos cumplan con los requisitos de capacidad y seguridad necesarios.

2.4.2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y COMPONENTES CLAVES

El diseño del sistema de izaje considera los siguientes componentes claves para garantizar la seguridad y eficiencia del desmontaje de la cinta transportadora modular, con base en los cálculos de **peso total (81.4 kg)** y **longitud total (14.54 m)**:

1. Polipasto Eléctrico (o Winche):

Este componente es el principal componente del sistema de izaje y será seleccionado cuidadosamente para manejar las necesidades específicas del desmontaje.

- ✓ **Capacidad de carga:** 250 kg, con un margen de seguridad superior al 300% frente al peso máximo calculado de la cinta (81.4 kg).
- ✓ **Velocidad de izaje:** Ajustable entre 2 y 10 m/min, ideal para maniobras precisas en zonas críticas como el motorreductor y curvas de la cinta.
- ✓ **Cable de acero:**
 - Longitud: 20 m, asegurando un margen suficiente para cubrir el recorrido completo de la cinta (14.54 m) y garantizar la flexibilidad operativa.
 - Diámetro: 8 mm, con resistencia a la corrosión para soportar ambientes industriales.
- ✓ **Sistema de frenado:** Freno electromagnético que bloquea el movimiento en caso de pérdida de energía, evitando caídas inesperadas.



- ✓ **Sensores de sobrecarga:** Detectan pesos superiores al límite y activan paradas de emergencia para proteger al equipo y al personal.

- ✓ **Control remoto:**

- Operación inalámbrica a una distancia de hasta 10 metros.
- Botón de emergencia para detener el movimiento en situaciones críticas.

2. Roldana de Guía:

Este elemento se instalará en el techo para garantizar que el cable del polipasto mantenga un ángulo adecuado, especialmente en el espacio reducido de 15 cm entre el techo y la cinta.

- ✓ **Material:** Acero forjado con recubrimiento anticorrosión, adecuado para ambientes húmedos y de alta carga.
- ✓ **Rotación:**
 - ✓ Giro de 360° que permite el movimiento del cable en cualquier dirección, adaptándose a los cambios en la geometría de la cinta.
- ✓ **Capacidad:** Soporta hasta 500 kg, asegurando estabilidad durante el descenso de las secciones de la cinta.
- ✓ **Montaje:** Fijación permanente en el techo con anclajes reforzados directamente en las vigas estructurales.

3. Soportes Intermedios (opcional): Estos soportes se colocan debajo de la cinta durante el desmontaje para estabilizar las secciones antes de ser enrolladas.

- ✓ **Material:** Acero inoxidable con acabados anticorrosión.
- ✓ **Capacidad de carga:** Hasta 150 kg por soporte, suficiente para manejar las secciones de cinta separadas.
- ✓ **Diseño:**
 - Modular y desmontable, lo que facilita su colocación y retiro a medida que avanza el desmontaje.
 - Base ajustable para adaptarse a diferentes alturas y ángulos del recorrido de la cinta.

4. Sistema Tensor Integrado (opcional): Este componente se utiliza para liberar la tensión de la cinta antes de su separación.



- ✓ **Función:** Permite destensar la cinta de manera uniforme, evitando movimientos bruscos durante la extracción de los pasadores.
- ✓ **Compatibilidad:** Diseñado para integrarse con las características específicas de la cinta modular y no requiere modificaciones adicionales en la estructura.

5. Riel de Movilidad Horizontal (opcional):

Este sistema facilita el desplazamiento del polipasto a lo largo de la línea de desmontaje.

- ✓ **Longitud:** 3 metros, suficiente para cubrir la sección superior de la cinta.
- ✓ **Material:** Acero galvanizado resistente a la corrosión ya las cargas dinámicas.
- ✓ **Sistema de rodamiento:**
 - Rodamientos de baja fricción que permiten un movimiento suave y controlado del polipasto.
 - Bloqueos ajustables para fijar el polipasto en posiciones específicas.

Estos componentes han sido seleccionados para garantizar que el sistema de izaje cumpla con los requisitos técnicos y normativos, asegurando un desmontaje eficiente y seguro conforme a la **Norma BRC e ISO 45001**.

2.4.3 PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA EL DESMONTAJE DE LA CINTA

Este procedimiento técnico detalla las etapas necesarias para el desmontaje de la cinta transportadora modular, dividiendo el proceso en dos secciones principales. Las actividades contemplan el destensado, la separación modular, el manejo de secciones y posterior transporte para limpieza.

2.4.3.1. DESTENSADO Y VERIFICACIONES INICIALES DE LA CINTA

1. Preparación del área de trabajo:

- a. Verifique que el área esté despejada y correctamente delimitada con señalización visible.
- b. Instale barreras físicas o cintas de seguridad para restringir el ingreso del personal no autorizado durante el procedimiento.
- c. Verifique que todo el personal involucrado utilice los Elementos de Protección Personal (EPP), tales como:
 - Guantes anticorte para evitar lesiones en las manos.
 - Gafas de seguridad para proteger los ojos de partículas desprendidas.
 - Calzado de seguridad con punta de acero para proteger contra objetos pesados.
 - Casco industrial como protección contra golpes o caídas de objetos.

2. Revisión preliminar del sistema:

- a. Retirar las protecciones estructurales o cubiertas que puedan obstaculizar el desmontaje seguro de la cinta.
- b. Realice una inspección visual detallada de la cinta para identificar posibles tensiones residuales, bloqueos o daños estructurales.
- c. Proceda al destensado de la cinta modular mediante herramientas específicas (juego de dados), asegurando que no queden tensiones que puedan comprometer la seguridad durante las siguientes etapas.

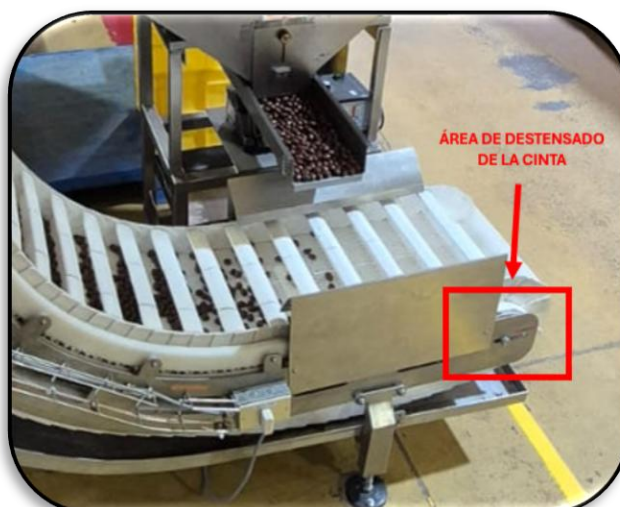


Figura II-6: Área de destensado de la cinta transportadora

Fuente: *Imagen proporcionada de forma confidencial, con modificaciones y anotaciones propias.*

3. Instalación del pasador de acero con manilla:

- a. Instalar un **pasador de acero con manilla** en el extremo inferior de la cinta. Este elemento facilitará tanto el manejo como la división de la cinta en secciones durante el desmontaje.
- b. Dividir la cinta en dos partes principales:
 - **Parte que "sale":** Esta sección será enrollada manualmente en un pallet, asegurando su estabilidad durante el transporte.
 - **Parte que sube:** Esta sección avanzará hacia el motorreductor con la guía del pasador de acero y la manilla, permitiendo un manejo controlado y seguro.



Figura II-7: Ejemplo de pasador de acero con manilla para manejo y división de cinta modular.

Fuente: *Imagen referencial tomada de la página oficial de Intralox.*

4. Configuración del tablero eléctrico:

- Configure el tablero eléctrico en **modo manual** para permitir el control directo del movimiento de la cinta.



Figura II-8: Tablero Eléctrico de Cinta Modular

Fuente: *Imagen proporcionada de forma confidencial por personal interno.*

2.4.3.2. SEPARACIÓN Y ENROLLADO DE LA PRIMERA SECCIÓN (SECCIÓN 1)

1. Avance controlado de la cinta:

- a. Operar el tablero eléctrico en modo manual para que la cinta avance de manera controlada hacia el motorreductor.

- b. Supervise constantemente que la cinta mantenga una tensión estable y un recorrido uniforme, evitando desalineaciones o puntos de tensión excesiva.

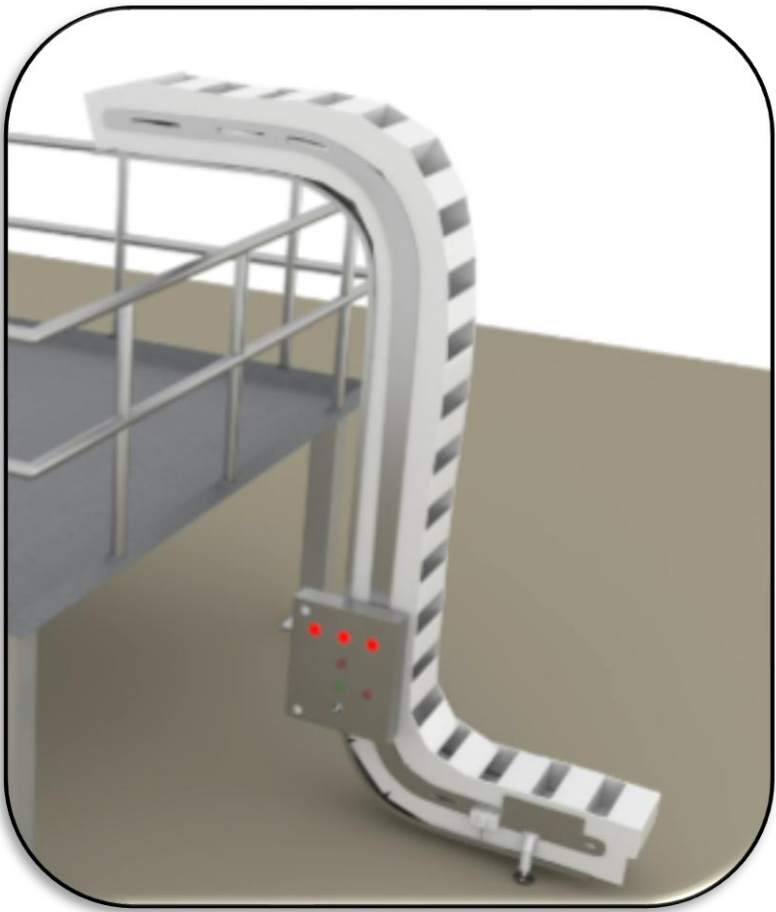


Figura II-9: *Representación de la cinta modular en estado normal antes del avance controlado hacia el motorreductor.*

Fuente: *Representación digital elaborada en Maya por el autor en colaboración con un asistente técnico especializado*

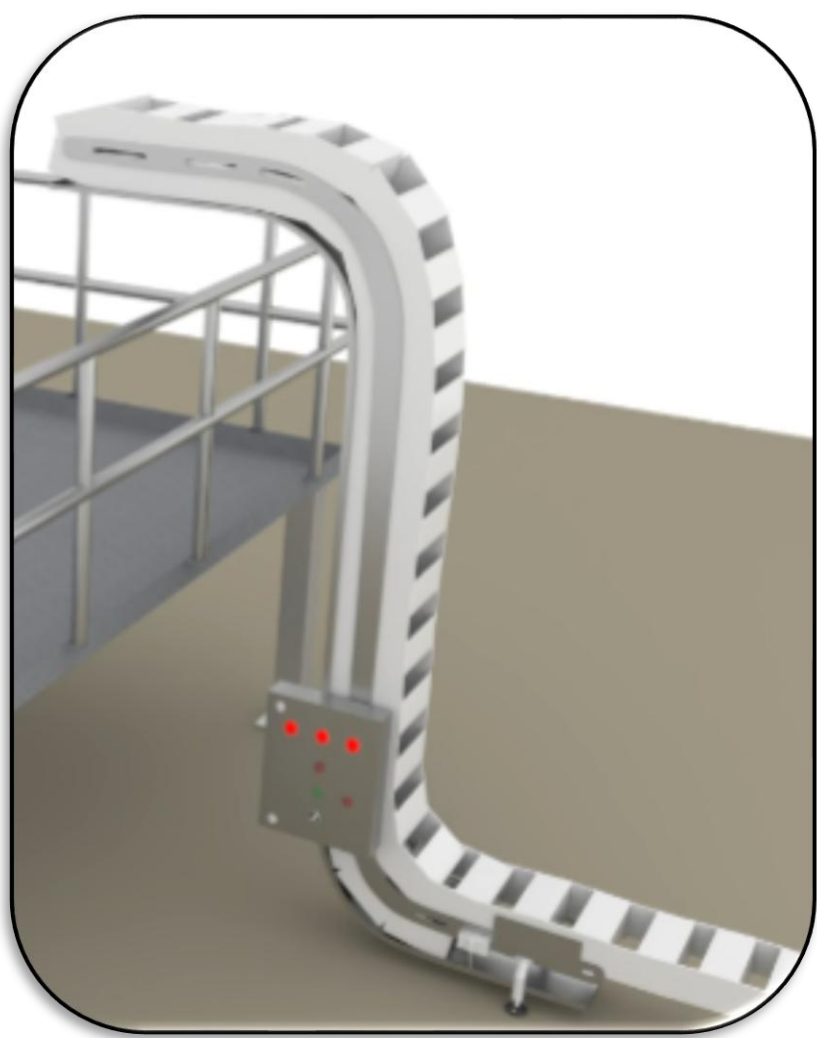


Figura II-10: *Representación de la cinta modular mientras la sección “cortada” sube hacia el motorreductor, mostrando el avance controlado*

Fuente: *Representación digital elaborada en Maya por el autor en colaboración con un asistente técnico especializado*

⚠ **Precaución:** Detener el movimiento de la cinta antes de que las ruedas dentadas del motorreductor queden completamente expuestas. Esto es fundamental para que la cinta mantenga su guía y evitar desalineaciones o daños estructurales.

2. Retiro del segundo pasador:

- Una vez que la manilla de acero llegue al motorreductor, detenga el avance manual de la cinta para evitar movimientos innecesarios.
- Proceda a retirar el segundo **pasador** ubicado en la base de la cinta, en el área destinada al destensado. Esta acción permitirá la separación completa de la primera sección de la cinta.

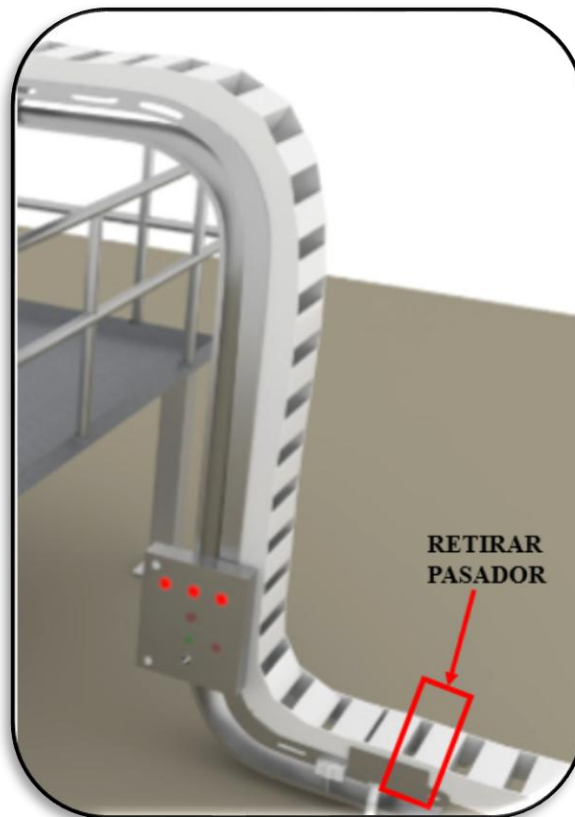


Figura II-11: *Proceso del Primer pasador modular en el área de destensado de la cinta modular.*

Fuente: *Representación digital elaborada con software Maya por el autor en colaboración con un asistente técnico especializado.*

3. Enrollado de la primera sección:

- a. Enrollar manualmente la **Sección 1** desde su punto en el motorreductor hacia la base del sistema.
- b. Utilice **soportes modulares intermedios** para estabilizar la cinta durante el proceso de enrollado, garantizando que los módulos se mantengan correctamente alineados y sin tensiones irregulares.

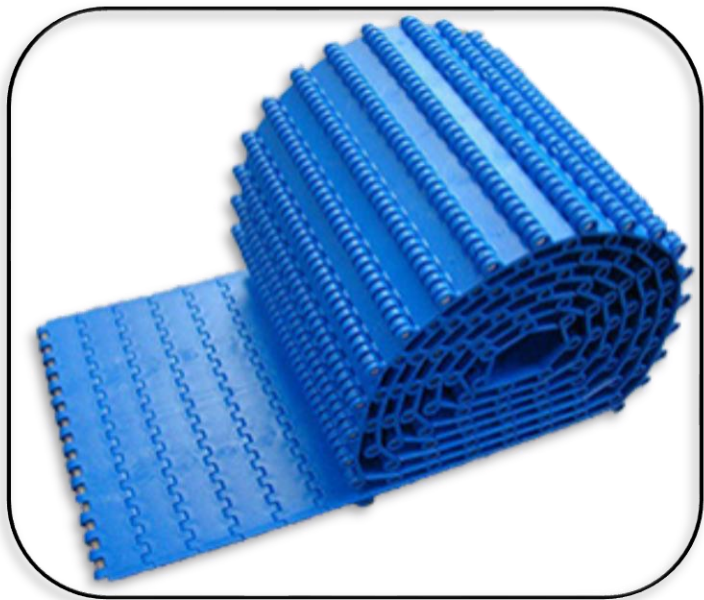


Figura II-12: *Ejemplo referencial del enrollado manual de una cinta modular.*

Fuente: *Imagen referencial extraída de cintaplus.cl*

4. Transporte de la Sección 1:

- a. Coloque la cinta enrollada completamente en un pallet azul asignada para su transporte.
- b. Asegure la cinta con correas ajustables para evitar movimientos durante su traslado.
- c. Transportar el pallet al área de lavado, cumpliendo con los estándares de inocuidad alimentaria de la **Norma BRC**.



Figura II-13: *Pallets azul referencial usado en Carozzi para transporte de cintas modulares*

Fuente: *Imagen referencial extraída de Rotoper.com*

2.4.3.3. DESCENSO ASISTIDO Y ENROLLADO DE LA SEGUNDA SECCIÓN (SECCIÓN 2)

- 1. Conexión de la manilla de acero al polipasto:**

- a. Conecte el **pasador de acero con manilla**, correspondiente a la Sección 2, al polipasto eléctrico.
- b. Verifique que el cable del polipasto esté correctamente alineado a través de la **roldana de guía** instalada en el techo, asegurando un descenso controlado y seguro.

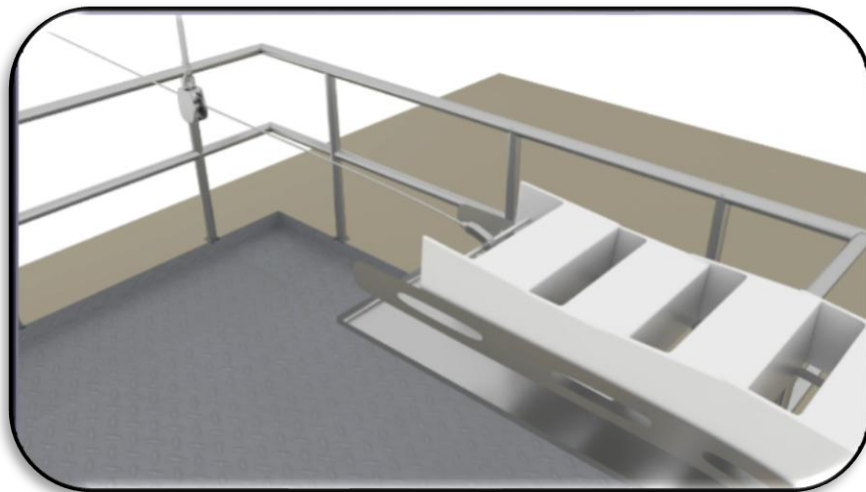


Figura II-14: *Conexión del pasador de acero al polipasto eléctrico*

Fuente: *Representación digital elaborada con software Maya por el autor en colaboración con un asistente técnico especializado*

2. Descenso de la segunda sección:

- a. Operar el polipasto a una velocidad controlada, permitiendo que la cinta descienda desde el motorreductor hacia la base de manera uniforme.
- b. Mientras la cinta desciende, proceda al enrollado manual de la parte inferior de la Sección 2, utilizando soportes intermedios para estabilizar la cinta y mantener los módulos alineados durante el proceso.

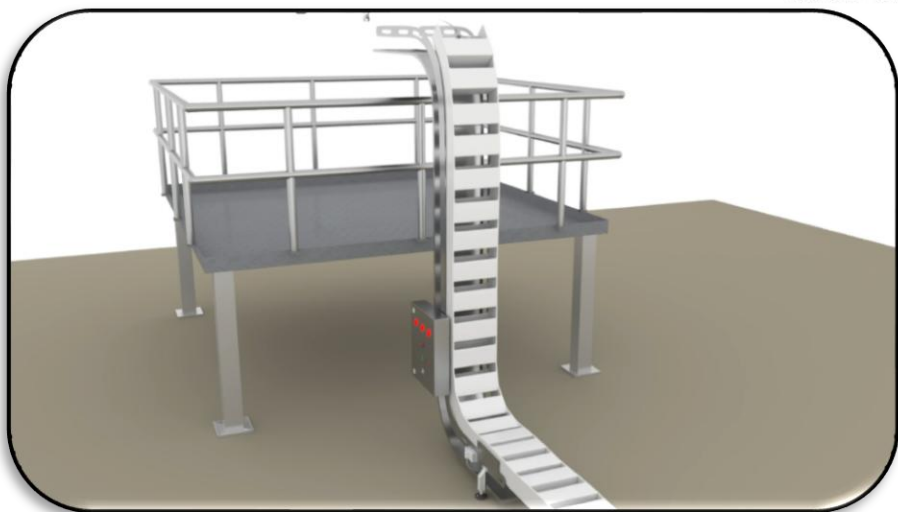


Figura II-15: *Descenso controlado de la segunda sección de la cinta modular utilizando polipasto eléctrico.*

Fuente: *Representación digital elaborada con software Maya por el autor en colaboración con un asistente técnico especializado.*

3. Depósito final:

- a. Depositar la Sección 2 completamente enrollada en un pallet azul, igualmente que la primera sección
- b. Asegure la cinta utilizando correas ajustables, garantizando que permanecerá inmóvil durante el traslado.
- c. Transportar el pallet al área de lavado, cumpliendo con los estándares de seguridad e inocuidad alimentaria establecidos en la Norma BRC.

2.4.3.4. REVISIÓN Y MANTENIMIENTO POSTERIOR

1. Revisión técnica de las secciones desmontadas:

- a. Inspeccionar ambas secciones desmontadas para identificar posibles desgastes, deformaciones o daños en los módulos de la cinta.
- b. Registre cualquier anomalía encontrada en un informe técnico, incluyendo fotografías que evidencien los hallazgos y las medidas correctivas recomendadas.

2. Mantenimiento de los equipos utilizados:

- a. Limpiar y revisar los siguientes componentes:
 - i. Polipasto eléctrico: Verifique su correcto funcionamiento y la tensión adecuada del cable (según las indicaciones del manual).
 - ii. Roldana de guía y cable de acero: Inspeccionar en busca de signos de desgaste o corrosión en la polea y el cable.



- iii. Pasadores de acero con manilla: Revisar que no presenten deformaciones o daños tras el desmontaje.
- iv. Soportes intermedios: Asegúrese de que se encuentran en óptimas condiciones para su próximo uso.
- b. Sustituir cualquier pieza dañada o desgastada, garantizando que todos los componentes cumplen con los estándares de seguridad antes de futuros desmontajes.
- c. Realice pruebas de funcionamiento del polipasto y demás equipos para garantizar su operatividad y prevenir fallos en próximas intervenciones.

Para facilitar la comprensión del procedimiento técnico descrito, se ha modelado un video ilustrativo mediante software Maya, que simula las etapas principales del desmontaje de la cinta modular.

Este video está disponible mediante a través de un código QR y permite acceder al contenido visual de forma interactiva.



Nota: *El video es una representación ilustrativa del proceso y está alineado con los pasos descritos en esta sección.*

2.4.4. BENEFICIOS TÉCNICOS DE LA SOLUCIÓN

La implementación de la solución propuesta para el desmontaje de la cinta modular proporciona beneficios técnicos y operativos. A continuación, se detallan los principales beneficios que esta propuesta aporta a la Planta de Chocolates:

1. MEJORA DE LA SEGURIDAD

- ✓ Los sensores de sobrecarga, el freno electromagnético y los soportes intermedios reducen significativamente los riesgos asociados al manejo manual de las secciones de la cinta.

2. EFICIENCIA OPERATIVA

- ✓ La solución reduce el tiempo total de desmontaje a aproximadamente **15 minutos**, permitiendo que el "Aseo Mayor" se realice sin generar interrupciones significativas en las operaciones diarias de la planta.
- ✓ El proceso garantiza que las actividades se realicen dentro de los tiempos establecidos para el mantenimiento mensual.

3. CUMPLIMIENTO NORMATIVO:

- ✓ La solución está diseñada para cumplir con normativas esenciales como la ISO **45001** (seguridad y salud ocupacional) y la Norma **BRC** (inocuidad alimentaria), fundamentales en la industria alimentaria.
- ✓ Este cumplimiento técnico refuerza la seguridad del producto, la calidad del proceso y la capacidad de la empresa para superar auditorías de calidad y seguridad alimentaria.

4. ADAPTABILIDAD

- ✓ El diseño del sistema permite su aplicación en otras líneas de producción con características similares, como las cintas utilizadas en otros procesos de envasado y transporte.

- ✓ La solución es completamente compatible con la infraestructura actual, evitando la necesidad de realizar modificaciones estructurales importantes y facilitando su integración en la operación existente.

5. SOSTENIBILIDAD

- ✓ La solución utiliza materiales de alta durabilidad, como acero inoxidable con recubrimientos anticorrosión, que minimizan el desgaste de los componentes y prolongan la vida útil del sistema.
- ✓ Este enfoque, alineado con los principios de la sostenibilidad de la **ISO 14001**, reduce el impacto ambiental del proceso y promueve prácticas responsables en la planta.

2.5 SITUACIÓN ACTUAL VERSUS SITUACIÓN PROPUESTA:

Esta sección compara las características, limitaciones y riesgos del procedimiento actual de desmontaje de la cinta modular con los beneficios y mejoras esperadas tras la implementación de la solución propuesta. El análisis evidencia las ventajas técnicas, operativas y normativas de la propuesta frente al estado actual del proceso.

2.5.1. SITUACIÓN ACTUAL: Limitaciones y riesgos del procedimiento actual

El desmontaje de la cinta modular, realizado mensualmente durante el proceso de "Aseo Mayor" en la Planta de Chocolates Carozzi, presenta múltiples limitaciones operativas y riesgos significativos. Actualmente, el procedimiento se lleva a cabo de manera manual, utilizando herramientas improvisadas (como eslingas) para sujetar y manipular la cinta. Este método manual posee las siguientes características y limitaciones:

2.5.1.1. LIMITACIONES DEL PROCEDIMIENTO ACTUAL

I. Dependencia de Métodos Manuales

La operación depende completamente de la experiencia del personal y del uso de herramientas improvisadas.

- a. **Uso de Eslingas para Estabilizar la Cinta:** Las eslingas empleadas no aseguran un control adecuado de la cinta, generando movimientos descontrolados que comprometen su estabilidad y aumentan el esfuerzo físico requerido por el personal.
- b. **Ausencia de sistemas automáticos:** La falta de equipos diseñados específicamente para las características de esta cinta transportadora dificulta su manejo seguro, al no contar con mecanismos de apoyo o izaje adecuados.

2.5.1.2. Riesgos Asociados

1. **Riesgos de Seguridad:** Los operarios están expuestos a riesgos en zonas críticas, como el área del motorreductor y otros espacios reducidos, lo que incrementa la probabilidad de atrapamientos, caídas y lesiones.

⚠ Durante el año 2024, se registraron tres incidentes relacionados con la manipulación manual en el desmontaje, lo que destaca la necesidad urgente de adoptar medidas más seguras.
2. **Riesgos de Daño a la Cinta:** La manipulación manual inadecuada puede provocar deformaciones en los módulos de la cinta, reduciendo su vida útil y afectando su rendimiento operativo.
3. **Cumplimiento Normativo:** Si bien el proceso de desmontaje manual cumple parcialmente con la Norma BRC (en términos de inocuidad alimentaria), no asegura un cumplimiento total de los requisitos de seguridad ocupacional de la ISO 45001, dejando margen para riesgos laborales innecesarios.

Duración del Proceso

- El tiempo promedio del desmontaje manual varía entre 20 y 30 minutos, dependiendo de factores humanos. Esta variabilidad dificulta la estandarización y la planificación efectiva del proceso.

Estos factores, combinados con incidentes documentados (por ejemplo, el colapso de una sección de cinta durante su manipulación en la zona del motorreductor), resaltan la necesidad de implementar soluciones más seguras y eficientes.

2.5.2. SITUACIÓN PROPUESTA

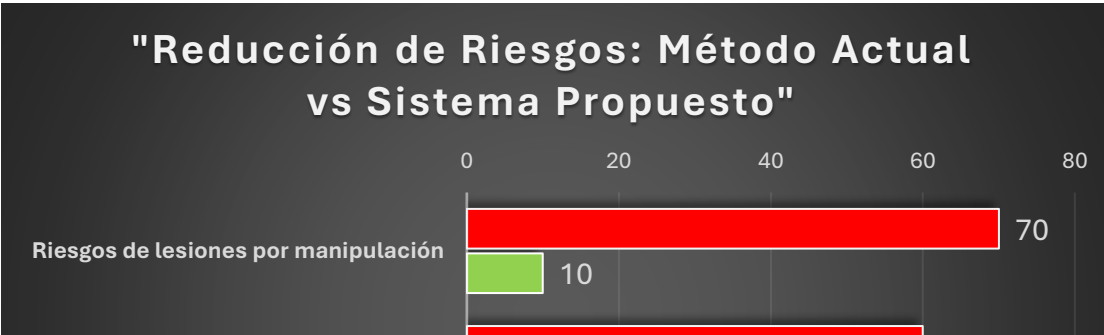
La propuesta consiste en la implementación de un sistema de **izaje fijo** instalado en el techo, diseñado específicamente para optimizar el desmontaje de la cinta modular en la Planta. Este sistema incorpora un polipasto eléctrico, una roldana de guía y soportes intermedios, todos alineados con normativas internacionales (**ISO 45001** e inocuidad alimentaria **BRC**). Su objetivo principal es garantizar un procedimiento más seguro, eficiente y compatible con los estándares operativos de la planta.

A continuación, se presentan las mejoras proyectadas con la situación propuesta, en contraste con el método actual:

1. Reducción de Riesgos de Seguridad:

- **Eliminación de la manipulación manual:** Se proyecta que la implementación del sistema de izaje reduzca los riesgos de lesiones entre un **70% y 80%** en áreas críticas (motorreductor y secciones inclinadas), ya que elimina la necesidad de manejar manualmente la cinta en zonas de difícil acceso.
- **Control del descenso:** Los sensores de sobrecarga y frenos electromagnéticos en el sistema están diseñados para disminuir los accidentes mecánicos en un **90%**, asegurando un descenso uniforme y controlado de la cinta.
- **Cumplimiento normativo:** Este sistema contribuye significativamente al cumplimiento de estándares internacionales y de inocuidad alimentaria (**ISO 45.001 Y Norma BRC**).

Gráfico II-1: Comparación de la Reducción de Riesgos entre el Método Actual y el Sistema Propuesto.



Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones del método actual.

Nota aclaratoria: Los porcentajes de reducción mencionados han sido estimados con base en análisis de los siguientes aspectos:

1. **Historial de incidentes en la planta:** En el año 2024, se documentaron tres incidentes relacionados con el desmontaje manual de la cinta, incluyendo caídas de piezas en zonas críticas y lesiones por manipulación directa. Estos eventos destacan los riesgos inherentes al método actual y respaldan la necesidad de medidas más seguras.
2. **Análisis de riesgos específicos del sistema propuesto:** Se proyecta que el sistema de izaje, al eliminar la manipulación manual en áreas críticas, puede reducir los riesgos laborales hasta en un **70%-80%**, de acuerdo con estudios comparativos realizados en entornos industriales similares..
3. **Validación técnica:** Los sensores de sobrecarga y frenos electromagnéticos incluidos en el polipasto han demostrado en aplicaciones previas la capacidad de reducir accidentes mecánicos en un **90%**, al garantizar un manejo controlado y seguro de las cargas.
4. **Cumplimiento normativo:** La alineación con la ISO 45001 asegura una mejora significativa en la seguridad laboral, mitigando los incumplimientos normativos en áreas críticas.

2. Optimización del Tiempo de Desmontaje:

Según los cálculos técnicos realizados, se estima que el proceso completo podrá realizarse en **15 minutos**, lo que representa una mejora del 50% frente al método actual.

Variables Definidas:

- **T:** Tiempo estimado para el desmontaje continuo de la cinta (en minutos).
- ***L_{total}*:** Longitud total de la cinta modular (en metros), que incluye tramos horizontales, inclinados y curvas. En este caso, *L_{total}* = **14.536m**.
- **V:** Velocidad operativa del sistema de izaje (en metros por minuto). Se ha estimado una velocidad promedio de **V=1.5 m/min**
- **Cálculo del tiempo teórico de movimiento continuo de la cinta:**

$$T = \frac{L_{total}}{V} = \frac{14.536\ m}{1.5\ m/min} \approx 9.69\ min$$

Este tiempo representa el tiempo necesario únicamente para desplazar la cinta sin interrupciones.

A este tiempo teórico se le añade un estimado de **5 minutos** para cubrir las actividades manuales requeridas durante el desmontaje, tales como:

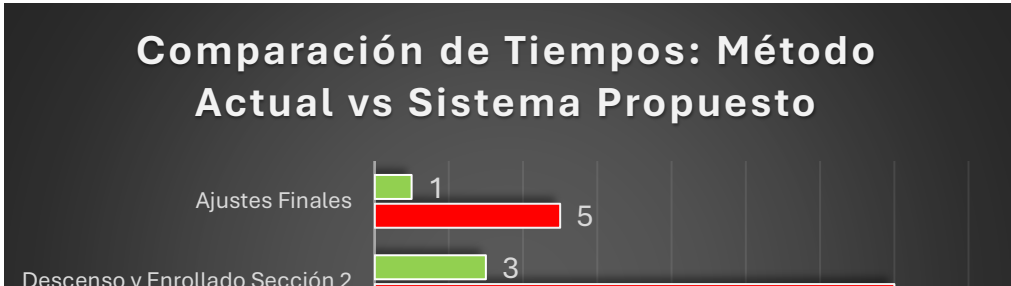
- a. Dividir la cinta en dos secciones.
- b. Realizar el enrollado manual de la primera sección en un pallet.
- c. Ajustar y conectar el polipasto a la segunda sección.

Por lo tanto, el tiempo total estimado queda definido como:

$$T_{total} = 9.69\ min + 5\ min \approx 15\ min$$

Para ilustrar las diferencias entre los tiempos estimados del método actual y el sistema propuesto, se presenta a continuación un gráfico comparativo que desglosa cada etapa del proceso de desmontaje.

Gráfico II-2: Comparación de Tiempos entre el Método Actual y el Sistema Propuesto



Fuente: *Elaboración propia en base a tiempos estimados obtenidos.*

El gráfico comparativo muestra que el sistema propuesto reduce significativamente el tiempo requerido en las etapas más críticas, como el “descenso y enrollado de la sección 2”, gracias al uso de herramientas automatizadas. En general, se proyecta una mejora del 50% en el tiempo total de desmontaje, disminuyendo de **30 minutos** con el método actual a **15 minutos** con el sistema de izaje propuesto.

3. Impacto en la Mantenibilidad

La implementación del sistema de izaje, está diseñada para mejorar significativamente la mantenibilidad del proceso de desmontaje, aportando beneficios clave que optimizan las operaciones y reducen riesgos a largo plazo:

- **Estandarización del mantenimiento:** La solución propuesta establece un procedimiento uniforme y seguro para desmontar la cinta modular, lo que facilita las inspecciones, limpiezas y reparaciones durante el “Aseo Mayor”.
- **Reducción del desgaste y riesgo de fallos:** Al eliminar el uso de herramientas improvisadas (ej. Eslingas) y maniobras manuales bruscas, se reduce el desgaste físico del personal y se minimizan los errores asociados al manejo directo de la cinta, disminuyendo la probabilidad de fallos durante el desmontaje.
- **Mayor vida útil de componentes:** Los equipos fijos de **izaje** y la roldana de guía seleccionados están diseñados con materiales de alta durabilidad y de fácil mantenimiento. Esto facilita su inspección periódica y prolonga la vida útil del sistema,

garantizando mayor eficiencia operativa y reduciendo los costos por reemplazo de componentes.

- **Replicabilidad del proceso:** La estandarización lograda no solo mejora la mantenibilidad de esta cinta modular, sino que permite replicar el modelo en otras líneas de producción o equipos similares.
- **Menos intervenciones correctivas:** Al reducir los riesgos de incidentes y daños durante el desmontaje, la solución propuesta preserva la integridad estructural de la cinta. Esto disminuye la necesidad de reparaciones correctivas inesperadas, aumentando la disponibilidad operativa del equipo y reduciendo los tiempos de inactividad no planificados.

Tabla II-7: Comparación de aspectos Situación actual vs Propuesta

Comparación de Aspectos Operativos: Situación Actual vs Propuesta			
Aspecto	Situación Actual	Situación Propuesta	Beneficios Esperados
Método de desmontaje	Manipulación manual con eslingas, inseguro ❌	Uso de polipasto eléctrico y roldana de guía ✅	Mayor seguridad y menor esfuerzo manual.
Seguridad laboral	Alto riesgo de accidentes y lesiones ❌	Reducción significativa de riesgos por sensores y frenos ✅	Disminución de riesgos críticos.
Cumplimiento normativo	Cumplimiento parcial con normas básicas ❌	Alineación con ISO 45001 y BRC ✅	Cumple estándares internacionales.
Tiempo de desmontaje	20-30 minutos ❌	15 minutos (cálculo técnico basado en operación) ✅	Reducción del tiempo en un 50%.
Impacto en la mantenibilidad	Limitada debido al proceso manual y a las herramientas improvisadas ❌	Mantenibilidad mejorada gracias a la estandarización del procedimiento y equipos especializados ✅	Mayor vida útil del sistema y facilidad de inspección.
Facilidad de Acceso	Acceso limitado y manipulación riesgos ❌	Acceso seguro y controlado con equipo fijo ✅	Prevención de accidentes y mejor control.

Fuente: Elaboración propia con resultados finales obtenidos

Como complemento al análisis cualitativo de la situación actual y propuesta, se revisaron los registros operativos de la planta entre los años 2021 y 2023. En ese periodo se evidencia una **tendencia sostenida a la baja en la disponibilidad del sistema productivo**, pasando de **91,3% a 86,6%**, así como una **disminución en la eficiencia**, medida como producción por hora programada, que cayó de **1.467 kg/h a 1.325 kg/h**.

Aunque estas métricas no están directamente vinculadas al procedimiento de desmontaje de la cinta modular por tratarse de una actividad programada, **sí reflejan una necesidad global de optimizar procesos dentro de las rutinas de mantenimiento**. La propuesta de este proyecto contribuye en ese sentido, al reducir el tiempo de intervención, estandarizar tareas críticas y liberar recursos técnicos que pueden ser reasignados eficientemente dentro de la planificación operativa.

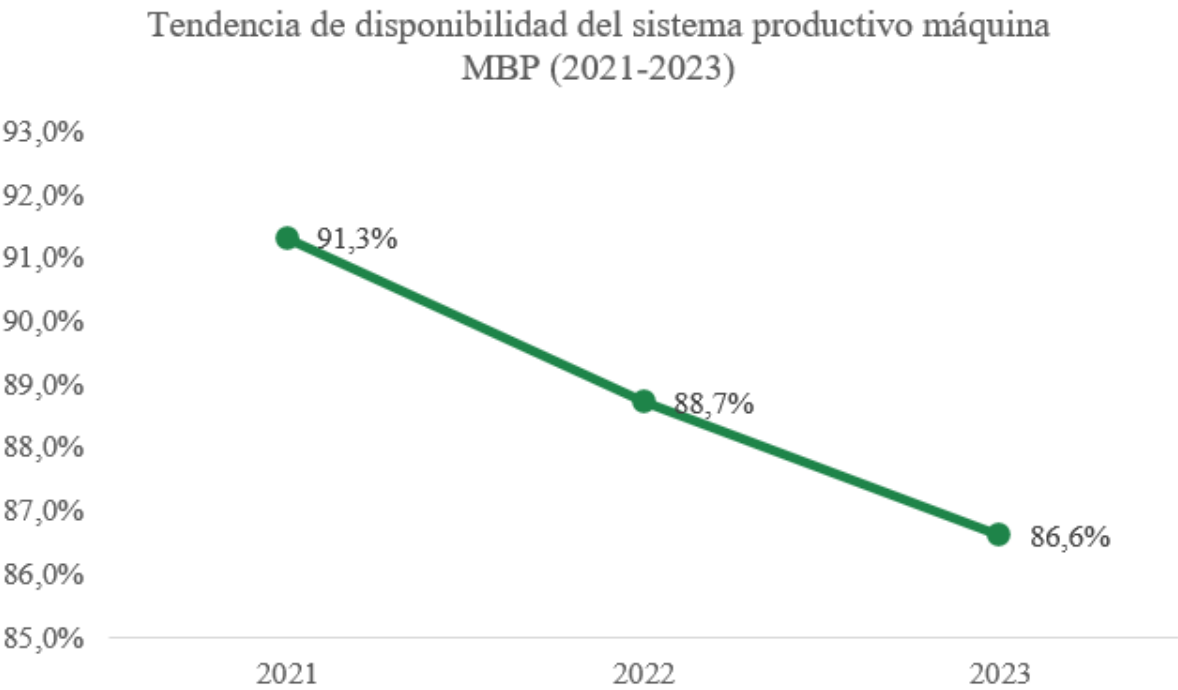
A continuación, se presentan los valores históricos obtenidos:

Tabla II-8: Indicadores operativos de la planta entre 2021 y 2023.

Año	Producción (kg)	Horas Programadas	Producción por hora (kg/h)	Disponibilidad
2021	1.478.910	1008	1467,17	91,3%
2022	1.442.930	1087	1327,44	88,7%
2023	1.444.220	1090	1324,97	86,6%

Fuente: *Elaboración propia en base a datos históricos proporcionados por la organización.*

Gráfico II-3: Tendencia de disponibilidad del sistema productivo máquina envasadora MBP entre los años 2021 y 2023.



Fuente: *Elaboración propia en base a datos históricos proporcionados por la empresa Carozzi S.A.*

2.6. CONSIDERACIONES ADICIONALES

2.6.1. PRUEBAS PILOTO:

🔍 Antes de proceder con la implementación completa el sistema de izaje, se recomienda la ejecución de pruebas piloto para validar su funcionalidad, optimizar los procedimientos y asegurar que no se generen interrupciones imprevistas en las operaciones de la planta.

✂ Estas pruebas permitirán identificar y ajustar detalles técnicos y operativos, garantizando que el sistema cumpla con los objetivos establecidos en términos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad.

2.6.2. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL:

👤 El personal involucrado en el proceso deberá recibir una capacitación específica en el manejo del polipasto, la roldana de guía y las nuevas técnicas estandarizadas de desmontaje.

🏆 El entrenamiento se enfocará en garantizar el uso seguro y eficiente del sistema, minimizando riesgos durante las operaciones iniciales y fomentando buenas prácticas a largo plazo. Esta formación será fundamental para una transición exitosa al nuevo procedimiento.

2.6.3. MONITOREO Y MANTENIMIENTO:

🔧 Se establecerá un plan de mantenimiento preventivo para asegurar el correcto funcionamiento de todos los componentes del sistema de izaje. Este plan incluye inspecciones periódicas de sensores, frenos electromagnéticos, rieles y soportes intermedios.

- 1] Además, se llevará un registro detallado de las actividades de mantenimiento para evaluar el desempeño del sistema a lo largo del tiempo.

En este capítulo se ha desarrollado una propuesta integral para optimizar el proceso de desmontaje de la cinta modular en la Planta de Chocolates de Carozzi. La solución planteada se centra en la implementación de un **sistema de izaje fijo**, compuesto por un polipasto eléctrico, roldana de guía y soportes intermedios. Esta propuesta responde tanto a las necesidades operativas de la planta como a los estándares normativos internacionales.

Principales logros esperados:

- ✓ **Reducción del tiempo de desmontaje** a 15 minutos, logrando una mejora del 50% respecto al tiempo actual (20-30 minutos), gracias a la estandarización del procedimiento y la optimización del flujo de trabajo.
- ✓ **Minimización de riesgos de seguridad**, eliminando la manipulación manual en zonas críticas y utilizando sensores de sobrecarga junto con frenos electromagnéticos que garantizan un control preciso en el descenso de la cinta.
- ✓ **Facilitación del mantenimiento preventivo** del sistema, extendiendo su vida útil al reducir el desgaste físico del personal y alineando las operaciones con estándares internacionales de calidad y seguridad.

2.6.4 INNOVACIÓN Y BENCHMARKING

Para enriquecer la propuesta técnica y alinearla con buenas prácticas del sector, se investigaron tecnologías complementarias y soluciones utilizadas en industrias con procesos similares. Aunque la solución planteada considera un sistema de izaje fijo con polipasto de cadena metálica, existen alternativas más innovadoras que podrían ser aplicables en contextos de mayor exigencia sanitaria.

Fabricantes como Konecranes han desarrollado polipastos con correa sintética en lugar de cadenas metálicas, especialmente diseñados para plantas de alimentos y farmacéuticas. Estas correas eliminan la necesidad de lubricación, reducen el riesgo de contaminación cruzada y son aptas para lavado con vapor y productos químicos, siendo una alternativa más limpia y moderna para manipular cargas en ambientes higiénicos.



Figura II-16: *Polipasto de correa sintética de la serie BH de Konecranes, diseñado para entornos higiénicos como la industria alimentaria y farmacéutica.*
Fuente: *Elaboración propia con imagen de Konecranes (s.f.)*

En la industria alimentaria, empresas como **Good Food Inc.** implementaron polipastos en brazos giratorios (jib crane) en zonas de empaque, mejorando la seguridad y reduciendo lesiones asociadas a la manipulación manual de cargas. Estas experiencias validan el enfoque de izaje fijo como una buena práctica industrial, reforzando la decisión técnica adoptada en este proyecto.



Figura II-17: *Brazo giratorio con polipasto instalado en planta industrial, mejorando la ergonomía y seguridad en la manipulación de cargas. Fuente: Hidrarel (s.f.).*

Fuente: *Elaboración propia con imagen de Hidrarel (s.f.)*

Este tipo de tecnologías podrían evaluarse para su incorporación en futuras fases de optimización o en contextos de mayor exigencia sanitaria. Esta revisión general demuestra que la solución propuesta no solo es técnicamente viable, sino que también se alinea con tendencias internacionales en mantenimiento industrial, aportando un marco de mejora continua y preparación para futuras exigencias operativas.

El siguiente paso será desarrollar un **plan de implementación detallada**, acompañado de un programa de **control y seguimiento** que garantice la sostenibilidad y el éxito del proyecto a largo plazo.



**Capítulo III PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS PARA
EL DESMONTAJE DE CINTA MODULAR**

INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO III

Este capítulo presenta la estrategia propuesta para implementar la solución seleccionada, enfocada en optimizar el desmontaje de la cinta transportadora modular en la Planta de Chocolates Carozzi. La propuesta incluye un análisis detallado de los riesgos asociados a la implementación del sistema de izaje, además de medidas específicas para mitigar dichos riesgos.

Asimismo, se desarrolla un plan de gestión integral que contempla la planificación del proyecto, monitoreo continuo del sistema, y acciones correctivas oportunas. Estas acciones buscan garantizar la sostenibilidad del proyecto y asegurar que la solución pueda replicarse en otras áreas de la planta.

Finalmente, se aborda la evaluación del desempeño del sistema implementado mediante indicadores claves (KPIs), auditorías periódicas y reportes estructurados que permiten visualizar claramente los resultados obtenidos y los beneficios concretos aportados por esta propuesta.

3.1. ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE IZAJE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA

El **análisis de riesgos** presenta un análisis detallado de los riesgos asociados a la implementación del sistema de izaje para optimizar el desmontaje de la cinta transportadora modular. La evaluación considera la identificación, priorización y gestión de los principales riesgos operativos, técnicos y humanos.

3.1.1. EVALUACIÓN DE RIESGOS: TABLA DE CRITERIOS

La tabla a continuación presenta un análisis cuantitativo de los riesgos asociados con la implementación del sistema de izaje. Cada riesgo se evaluó en base a los siguientes criterios:

- **Probabilidad:** Estimación porcentual de que el evento ocurra, basada en datos históricos, registros internos y experiencias de proyectos similares.
- **Impacto:** Nivel de afectación que el riesgo podría generar en términos de seguridad, cumplimiento normativo, tiempo o costos.
- **Índice de Riesgo (IR):** Calculado como el producto de la probabilidad y el impacto, este valor permite priorizar los riesgos según su criticidad.

$$IR = \frac{Probabilidad (\%)}{100} \times \frac{Impacto (\%)}{100} \times 100$$

Acciones de Mitigación:

Para cada riesgo identificado, se proponen acciones específicas destinadas a reducir su probabilidad o impacto, garantizando la viabilidad y eficiencia del proyecto.

Tabla III-1: Evaluación cuantitativa de riesgos asociados con la implementación del sistema de izaje.

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Índice de Riesgo (IR)	Acción de mitigación
Fallas técnicas en el sistema de izaje	70	80	56	Realizar pruebas de carga y simulaciones antes de la instalación. Establecer un plan de mantenimiento.
Resistencia al cambio	40	75	30	Implementar un plan de capacitación continua. Fomentar una cultura de seguridad.
Incumplimiento de normas	10	85	8.5	Asegurar el cumplimiento de ISO 45001 y BRC. Realizar auditorías internas periódicas.
Sobrecostos	30	40	12	Crear presupuestos detallados con márgenes de contingencia.
Retrasos logísticos	50	30	15	Planificación anticipada y acuerdos con proveedores confiables.

Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones porcentuales de riesgos identificados

3.1.2. JUSTIFICACIÓN DE CADA RIESGO, PROBABILIDAD E IMPACTO

A continuación, se describen y justifican los principales riesgos identificados, indicando claramente su probabilidad e impacto:

3.1.2.1. RIESGO TÉCNICO: FALLOS EN EL SISTEMA DE IZAJE

- **Probabilidad (70%):** Basada en registros de proyectos similares, la probabilidad alta refleja fallos iniciales en la instalación o en la calibración de componentes como cables y roldana. Estos problemas son comunes cuando no se realizan pruebas exhaustivas previas.
- **Impacto (80%):** Un fallo técnico comprometería la operación completa del sistema de desmontaje, afectando no solo la seguridad del personal, sino también el cronograma del aseo mayor mensual. Este impacto incluye costos de reparación y tiempo adicional requerido.
- **Índice de Riesgo (56):** El índice de riesgo refleja que este es un riesgo crítico que requiere acciones inmediatas.

$$IR = \frac{70}{100} \times \frac{80}{100} \times 100 = 56$$

3.1.2.2. RIESGO OPERACIONAL: RESISTENCIA AL CAMBIO

- **Probabilidad (40%):**

Basada en encuestas internas, aproximadamente el 40% del personal podría mostrar resistencia inicial debido a la falta de familiaridad con el nuevo sistema mecanizado.

- **Impacto (75%):**

La resistencia podría resultar en errores operativos que comprometan tanto la eficiencia como la seguridad en los primeros meses de implementación.

- **Índice de Riesgo (30):**

$$IR = \frac{40}{100} \times \frac{75}{100} \times 100 = 30$$

Este valor indica un riesgo moderado que debe mitigarse mediante capacitación y seguimiento continuo.

3.1.2.3. RIESGO NORMATIVO: INCUMPLIMIENTO DE NORMAS

- **Probabilidad (10%):**

El sistema propuesto cumple con normativas internacionales como ISO 45001 y BRC, reduciendo la probabilidad de incumplimiento. Se asigna un 10% como margen para posibles errores menores en la documentación o implementación.

- **Impacto (85%):**

Las sanciones por incumplimiento normativo pueden ser severas, incluyendo la pérdida de certificaciones, multas y riesgos reputacionales para la planta.

- **Índice de Riesgo (8.5):**

$$IR = \frac{10}{100} \times \frac{85}{100} \times 100 = 8.5$$

Aunque el riesgo es bajo, su impacto alto exige garantizar auditorías internas frecuentes.

3.1.2.4. RIESGO FINANCIERO: SOBRECOSTOS

- **Probabilidad (30%):**

Basada en variaciones históricas de costos de materiales y componentes industriales, se estima un 30% de probabilidad de sobrecostos imprevistos.

- **Impacto (40%):**

Aunque los sobrecostos no paralizarían el proyecto, reducirían el presupuesto disponible para otras áreas operativas o de mejora.

- **Índice de Riesgo (12):**

$$IR = \frac{30}{100} \times \frac{40}{100} \times 100 = 12$$

Este nivel moderado de riesgo se puede mitigar mediante una planificación financiera detallada.

3.1.2.5. RIESGO LOGÍSTICO: RETRASOS EN LA ENTREGA DE EQUIPOS

- **Probabilidad (50%):**

Según datos históricos, al menos el 50% de los proyectos industriales enfrentan retrasos logísticos debido a problemas como congestionamiento portuario o demoras en la cadena de suministro.

- **Impacto (30%):**

Si bien los retrasos afectarían el cronograma, no comprometerían directamente la calidad del proyecto ni la seguridad operativa.

- **Índice de Riesgo (15):**

$$IR = \frac{50}{100} \times \frac{30}{100} \times 100 = 15$$

Se aborda planificando anticipadamente y asegurando acuerdos sólidos con proveedores.

El análisis de riesgos presentado permite identificar de manera precisa los factores que podrían comprometer el éxito de la implementación del sistema de izaje. Con esta evaluación y las

acciones de mitigación propuestas, se asegura que el proyecto se pueda llevar a cabo de manera segura, eficiente y conforme a los estándares de calidad y seguridad. La priorización de los riesgos más críticos garantiza que los recursos se enfoquen en las áreas que requieren más atención y control.

3.2 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proceso se enfoca en definir entregables concretos, que permitan alcanzar los objetivos técnicos, operativos y de seguridad. De este modo, se asegura la eficiencia del proyecto, el cumplimiento normativo y la sostenibilidad a largo plazo.

3.2.1 ENTREGABLES DEL PROYECTO

Los entregables constituyen **resultados específicos** y medibles que se deben alcanzar en cada etapa del proyecto. Estos sirven como hitos de control para monitorear el avance, asegurar la calidad y validar el cumplimiento de los objetivos establecidos. A continuación, se detallan los principales entregables:

3.2.1.1. PRIMER ENTREGABLE “INSTALACIÓN TOTAL DEL SISTEMA DE IZAJE”

Este entregable contempla la instalación total del sistema de izaje, que incluye el **polipasto eléctrico**, las **roldanas de guía**, y los **cables de acero**. La instalación deberá cumplir con las especificaciones técnicas establecidas y garantizar que el sistema funcione adecuadamente bajo condiciones de carga esperadas en la operación diaria.

Impacto en el Proyecto: La implementación de este sistema reducirá un **70%** los riesgos asociados con fallas en el desmontaje manual y mejorará la seguridad en las zonas críticas.

Criterio de Aceptación:

- Cumplir con los estándares de **ISO 45001** y **BRC**.
- Realización de pruebas de carga que validen la capacidad operativa del sistema.

3.2.1.2. SEGUNDO ENTREGABLE “CAPACITACIÓN DEL PERSONAL OPERATIVO”

La capacitación del personal encargado de operar el sistema de izaje incluye módulos teóricos y prácticos enfocados en seguridad laboral y el uso adecuado del sistema. Este proceso está diseñado para garantizar que el personal adquiera las competencias necesarias para operar el sistema de manera segura y eficiente.

La capacitación se llevará a cabo en varias fases:

- A. Teoría:** Introducción al sistema de izaje, procedimientos estándar, identificación de riesgos y protocolos de seguridad.
- B. Práctica:** Simulaciones en un entorno controlado, con énfasis en situaciones de emergencia y mantenimiento.
- C. Evaluación:** Pruebas teóricas y prácticas para validar las habilidades adquiridas.

Impacto en el Proyecto: Se espera un aumento del **90%** en la eficiencia operativa, reduciendo errores humanos y tiempos muertos.

Criterio de Aceptación:

- ✓ Aprobación del curso por parte del personal con un puntaje mínimo del **80%**.
- ✓ Certificación de competencias operativas específicas.

3.2.1.3. TERCER ENTREGABLE “PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS DE DESMONTAJE”

El **manual de procedimientos operativos estándar (SOP)** incluye instrucciones detalladas para el desmontaje de la cinta modular, desde la preparación inicial hasta la retirada final. Además, se integrarán directrices para la inspección del sistema, gestión de riesgos y protocolos de emergencia.

Impacto en el Proyecto: Reducirá los incidentes relacionados con el desmontaje en un **50%**, prolongando la vida útil del sistema.



Criterio de Aceptación:

- ✓ Validación del manual por el equipo de calidad y seguridad de la planta.
- ✓ Disponibilidad del documento para consulta operativa durante las actividades.

3.2.1.4 CUARTO ENTREGABLE: “INFORME FINAL DE EVALUACIÓN DE RESULTADOS”

El **informe final** evaluará los resultados obtenidos tras la implementación del sistema de izaje. Este incluye comparaciones antes y después de la instalación, como reducción en los tiempos de desmontaje y disminución de riesgos laborales. También aportará recomendaciones y lecciones aprendidas para futuros proyectos.

Impacto en el Proyecto: Proveerá retroalimentación útil para optimizaciones futuras, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos.

El **criterio de aceptación** será que el informe debe estar basado en datos verificables y ser aprobados por los responsables del proyecto.

3.2.1.5. ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO (EDT)

La **Estructura de Descomposición del Trabajo (EDP)** detalla de manera estructurada y específica todas las actividades necesarias para la implementación del sistema de izaje en la planta. Este enfoque divide el proyecto en fases concretas, como la definición de requerimientos, la adquisición e instalación de los equipos de izaje, la capacitación del personal operativo y las actividades de monitoreo post-implementación.

En el contexto de este proyecto, el EDP no solo organiza las tareas, sino que también asegura una conexión directa entre las actividades y los objetivos clave, como la reducción del tiempo de desmontaje a 15 minutos, la mejora en la seguridad laboral y la alineación con normativas internacionales (ISO 45001 y BRC). Cada fase incluye actividades detalladas con tiempos estimados, responsables específicos y puntos de control claros, permitiendo un seguimiento preciso del progreso y garantizando la trazabilidad de los resultados.

Además, el EDP está diseñado para gestionar los recursos asignados de manera eficiente, minimizando riesgos y asegurando la ejecución de actividades críticas, como las pruebas piloto y la validación de los sistemas de seguridad. Esta estructura facilita el monitoreo del cumplimiento de los hitos definidos, asegurando que todas las actividades se completen dentro de las 17 semanas planificadas.

Tabla III-2: Estructura de Descomposición del Trabajo

Fase del Proyecto	Actividad	Duración Estimada	Semana de Inicio	Semana de Finalización	Responsable	Indicador de Éxito
Fase 1: Definir	Definir el alcance del proyecto	1 semana	Semana 1	Semana 1	Gerente de Proyecto	Aprobación del alcance por parte de stakeholders
	Identificar y asignar recursos y roles clave	1 semana	Semana 1	Semana 1	Gerente de Proyecto	Recursos y roles asignados con responsabilidades claras
	Establecer indicadores de éxito específicos (KPIs)	1 semana	Semana 1	Semana 1	Gerente de Proyecto	KPIs definidos y alineados con entregables
	Diseñar cronograma detallado	1 semana	Semana 2	Semana 2	Gerente de Proyecto	Cronograma aprobado y distribuido
Fase 2: Medir	Documentar los procesos actuales de desmontaje y montaje	2 semanas	Semana 3	Semana 4	Supervisores Operativos	Procesos documentados y validados
	Recopilar métricas iniciales de rendimiento	2 semanas	Semana 3	Semana 4	Supervisores Operativos	Datos iniciales revisados por responsables clave
	Establecer los benchmarks de tiempo, seguridad y rendimiento	1 semana	Semana 4	Semana 5	Gerente de Proyecto	Benchmarks alineados con estándares internos y externos
Fase 3: Analizar	Realizar análisis de riesgos técnicos y operativos	2 semanas	Semana 5	Semana 6	Gerente de Proyecto	Matriz de riesgos completa y aprobada
	Identificar alternativas de solución para optimización	2 semanas	Semana 5	Semana 6	Gerente de Proyecto	Alternativas evaluadas con criterios técnicos y económicos
	Establecer Plan de mejora	1 semana	Semana 6	Semana 7	Gerente de Proyecto	Plan de mejora documentado y presentado
Fase 4: Implementar	Instalación del Sistema de izaje	2 semanas	Semana 7	Semana 8	Equipo Técnico	Sistema operativo y validado con pruebas de carga
	Capacitación del personal operativo	2 semanas	Semana 9	Semana 10	RRHH/ Supervisores Operativos	Personal certificado y con calificación del 80% mínimo
	Pruebas de funcionamiento y ajustes finales	2 semanas	Semana 10	Semana 11	Supervisores Técnicos	Sistema optimizado y sin fallos críticos
Fase 5: Controlar	Monitoreo y revisión de KPIs post implementación	2 semanas	Semana 12	Semana 13	Gerente de Proyecto	KPIs alcanzados con mejoras documentadas
	Revisión de calidad y cumplimiento de normas	2 semanas	Semana 14	Semana 15	Supervisores de Seguridad	Validación de cumplimiento según normas ISO 45001 y BRC
	Recopilación de feedback y ajustes del sistema	2 semanas	Semana 15	Semana 16	Supervisores Operativos	Feedback recopilado y ajustes implementados
	Plan de mantenimiento preventivo	2 semanas	Semana 16	Semana 17	Departamento Técnico	Plan de mantenimiento aprobado y ejecutado

Fuente: *Elaboración propia con estimaciones de las actividades para llevar a cabo el proyecto*

3.2.1.6. CRONOGRAMA GLOBAL DEL PROYECTO

El **Cronograma Global del Proyecto** organiza de manera sistemática y secuencial las actividades necesarias para implementar el sistema de izaje en la planta. Este cronograma está alineado con las prioridades establecidas en la **Estructura de Descomposición del Trabajo (EDP)**.

Cada actividad del cronograma ha sido diseñada para siguiendo un flujo lógico, comenzando con la definición de requerimientos y adquisición de componentes necesarios. Posteriormente, se desarrollan fases claves como la instalación del sistema, la capacitación del personal operativo y validación final. Este enfoque asegura que todas las etapas del proyecto estén integradas, desde las actividades preparatorias hasta el monitoreo post-implementación.

El Cronograma Global actúa como una herramienta esencial para:

- ✓ **Monitorear Progresos:** Permite evaluar el cumplimiento de cada etapa en tiempo real.
- ✓ **Coordinar Equipos:** Facilita la comunicación entre los distintos equipos responsables, asegurando que todas las actividades se desarrollen de manera sincronizada.
- ✓ **Controlar Desviaciones:** Proporciona una base para identificar y corregir posibles desviaciones en el plan original.

Gráfico III-1: Cronograma de Gantt Global del Proyecto

Actividad	Duración	Responsable	Recursos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17
Definición de requerimientos técnicos y de seguridad	1 semana	Gerente de Proyecto	1																	
Adquisición de equipos de izaje	3 semanas	Gerente de Proyecto	1																	
Planificación de recursos humanos y materiales	2 semanas	Gerente de Proyecto	1																	
Revisión de normativas y permisos	1 semana	Supervisores Operativos	2																	
Instalación de equipos de izaje	5 semanas	Equipo Técnico	3																	
Capacitación del personal en el manejo de equipos	2 semanas	RRHH/ Supervisores Operativos	3																	
Pruebas piloto y ajustes finales	1 semana	Supervisores Técnicos	2																	
Evaluación de resultados y cumplimiento de objetivos	2 semanas	Gerente de Proyecto	1																	
Preparación de informe final y presentación de hallazgos	1 semana	Gerente de Proyecto	1																	
Cierre administrativo y revisión post-implementación	1 semana	Supervisores Operativos	2																	
Plan de mantenimiento preventivo	2 semanas	Departamento Técnico	2																	

Fuente: Elaboración propia en base a EDP

 Ruta crítica (no debe atrasarse)  Actividad no crítica (tiene cierta holgura)

Nota: Los tiempos establecidos en este cronograma son aproximados y podrían variar en función del avance real del proyecto, factores imprevistos o condiciones operativas específicas. Cualquier ajuste será evaluado y aprobado en coordinación con los responsables de cada fase, asegurando que se mantengan los estándares de calidad, seguridad y eficiencia establecidos en los objetivos del proyecto.

3.4 MONITOREO Y CONTROL DEL DESEMPEÑO DEL SISTEMA

En este apartado se establece las estrategias para monitorear y controlar continuamente el desempeño del sistema implementado. Se definen indicadores específicos y métodos prácticos que permitirán evaluar en tiempo real la eficacia, seguridad y eficiencia operativa del nuevo procedimiento.

3.4.1 KPI'S Y MÉTRICAS DE DESEMPEÑO

Para evaluar objetivamente el desempeño del sistema, se proponen los siguientes indicadores claves (KPIs):

- I. **Tiempo de Desmontaje:** Este indicador mide el **tiempo total** empleado para desmontar la cinta transportadora modular. Un tiempo reducido refleja una mejora en la eficiencia operativa, así como una disminución en los tiempos de inactividad de la planta. Este indicador puede desglosarse en las etapas principales del proceso:

$$T_{total} = \sum (T_{preparación} + T_{desmontaje} + T_{ajustes})$$

Donde:

$T_{preparación}$: Tiempo dedicado a inspecciones iniciales y preparación del equipo.

$T_{desmontaje}$: Tiempo empleado en el proceso de desmontaje por secciones.

$T_{ajustes}$: Tiempo necesario para realizar ajustes finales.

- II. **Frecuencia de Mantenimiento:** Este KPI mide la **frecuencia de intervención** de mantenimiento del sistema de izaje. Un número bajo de intervenciones de mantenimiento sugiere que el sistema es confiable y tiene un **bajo índice de fallos**. Este indicador también refleja la calidad de los **componentes** y el cumplimiento del **plan de mantenimiento preventivo**.

$$F_{mantenimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ de mantenimientos realizados}}{N^{\circ} \text{ de semanas}}$$

- III. **Seguridad Operacional (Incidentes de Seguridad):** El número de **accidentes** o **incidentes de seguridad** es un KPI fundamental, ya que muestra la eficacia de las medidas implementadas para reducir riesgos. Esto incluye **caídas, lesiones por manipulación manual** o **fallos en los equipos**. La tendencia debe ser **a la baja** conforme el sistema de izaje se utiliza.

$$S_{operacional} = \frac{N^{\circ} \text{ de incidentes registrados}}{\text{Horas de operación}} \times 100$$

Una menor incidencia de incidentes por cada 100 horas de operación indica un sistema seguro y procedimientos efectivos. Valores elevados pueden reflejar deficiencias en las prácticas de seguridad o en la capacitación del personal.

- IV. **Cumplimiento de Cronograma de Desmontaje:** Este KPI mide si las operaciones de desmontaje cumplen con los tiempos **planificados** en el cronograma. Si el tiempo de desmontaje es mayor de lo esperado, esto puede indicar ineficiencias operativas, problemas con el sistema de izaje o falta de capacitación.

$$C_{cronograma} = \frac{N^{\circ} \text{ de actividades completadas a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de actividades programadas}} \times 100$$

Un porcentaje cercano al 100% indica que el cronograma ha sido cumplido de manera efectiva, lo que refleja una planificación adecuada y una ejecución eficiente. Un valor menor puede indicar retrasos o problemas operativos que requieren ser evaluados y corregidos.



3.4.2. MONITOREO CONTÍNUO

El monitoreo continuo del sistema es esencial para detectar oportunamente cualquier problema y asegurar que el proceso mantenga altos estándares de seguridad y eficiencia. Esta sección describe claramente como se llevará a cabo dicho monitoreo.

3.4.2.1. PANEL DE CONTROL INTERACTIVO (DASHBOARD):

El diseño e implementación de un panel de control interactivo permite una visualización en tiempo real de los KPIs asociados al sistema de izaje, como el tiempo de desmontaje, la frecuencia de mantenimiento y los incidentes de seguridad. Esta herramienta facilita el monitoreo continuo, promoviendo una toma de decisiones informada y oportuna.

- ✓ El panel presenta gráficos interactivos, como líneas de tendencia, diagramas de barras y semáforos de colores, para resaltar rápidamente los KPI que están dentro o fuera de los rangos esperados.
- ✓ Toda la información relevante se consolidará en un solo lugar, mejorando la accesibilidad y la eficiencia en el análisis del desempeño.
- ✓ Los semáforos de colores y notificaciones automáticas ayudarán a identificar áreas que requieran atención inmediata.

Herramientas recomendadas:

- **Power BI:** Permite el seguimiento visual de KPIs mediante cuadros de mando interactivos, facilitando la identificación rápida de tendencias y desviaciones.

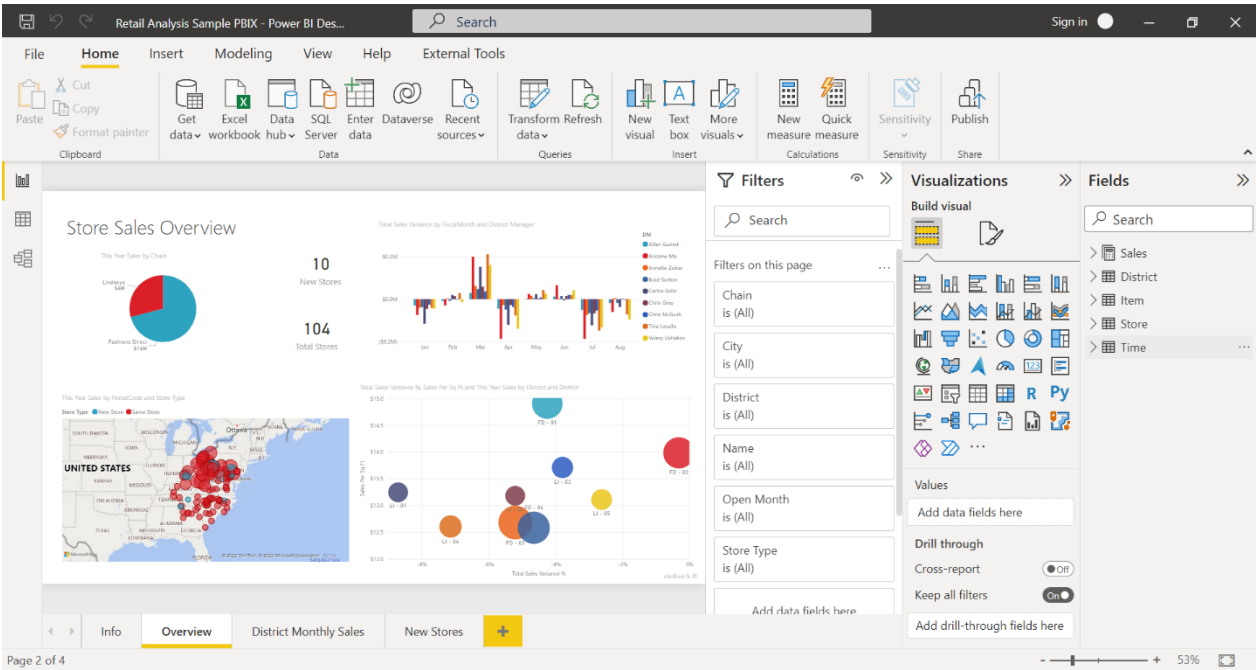


Figura III-1: Imagen referencial de la utilización de Power Bi.

Fuente: Imagen extraída de la página Microsoft Learn.

- **Tableau:** Proporciona análisis detallados e interactivos, permitiendo profundizar en los datos operativos para detectar puntos críticos o áreas de mejora.

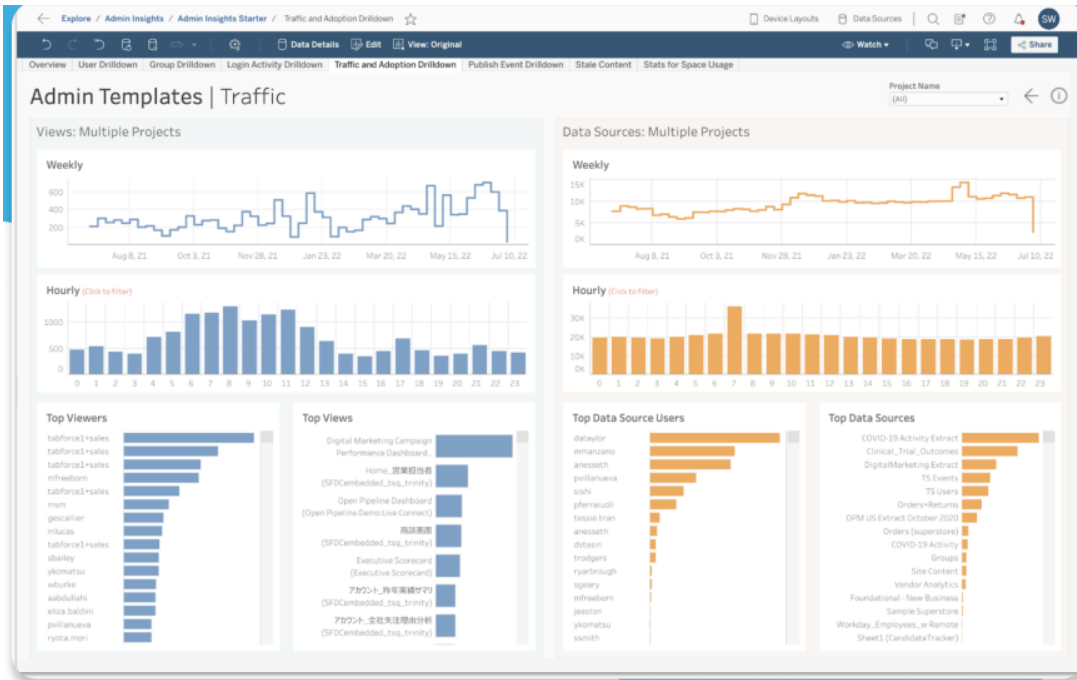


Figura III-2: Imagen referencial de la utilización de la herramienta Tableau.

Fuente: Imagen extraída de la página de Tableau.

- **Looker Studio:** Herramienta orientada a informes ejecutivos, útil para comunicar resultados clave a distintos niveles gerenciales de forma rápida y sencilla.



Figura III-3: Imagen referencial de la utilización de la herramienta Looker Studio.

Fuente: Imagen extraída de la página de Looker Studio.

3.4.2.2. REUNIONES PERIÓDICAS DE MONITOREO:

- **Frecuencia:** Durante la etapa de implementación del sistema de izaje, las reuniones se llevarán a cabo semanalmente. Una vez que el sistema entre en operación continua, la frecuencia se ajustará a reuniones mensuales o trimestrales, según las necesidades operativas.
- **Objetivo:** Estas reuniones están diseñadas para analizar los resultados obtenidos a través de los KPI. El equipo técnico y los supervisores operativos discutirán cualquier reducción significativa identificada, priorizando aquellas que representen un mayor impacto en la seguridad, eficiencia o mantenibilidad del sistema.

- **Acción:** Como parte de estas reuniones, se establecerán planes de acción correctiva para resolver desviaciones críticas. Esto puede incluir ajustes en los procesos, capacitación adicional al personal o programación de mantenimientos preventivos adicionales.

3.4.2.3. EVALUACIÓN DE TENDENCIAS:

- **Análisis Histórico:** Se realizará una revisión sistemática de los datos acumulados para identificar patrones de comportamiento que puedan influir en el rendimiento del sistema. Por ejemplo, un incremento progresivo en el tiempo de desmontaje o una mayor frecuencia de mantenimientos podrían indicar problemas subyacentes.
- **Herramientas:**
 - ✓ Uso de diagramas de control para detectar variaciones que se encuentren fuera de los límites operativos aceptables.
 - ✓ Implementación de técnicas predictivas que permitan prever posibles riesgos antes de que ocurran, facilitando la implementación de medidas preventivas.
- ⚠ Si los análisis muestran datos que muestran una tendencia negativa, como un incremento en incidentes operativos o tiempos excesivos de desmontaje, se priorizarán auditorías específicas en las áreas críticas y se reforzará la capacitación del personal involucrado.

3.4.3. ACCIONES CORRECTIVAS Y MEJORA CONTÍNUA

El monitoreo constante debe ir acompañado de un enfoque de mejora continua, donde las desviaciones en los KPIs sean gestionadas de manera proactiva. Las acciones correctivas tienen como objetivo no solo abordar las causas de las desviaciones, sino también evitar que estas se repitan.

3.4.3.1. REVISIÓN DE PROCEDIMIENTOS

Cuando se detecten desviaciones significativas, como tiempos de desmontaje que exceden los parámetros establecidos, se llevará a cabo una revisión técnica exhaustiva de los procedimientos operativos. Esto incluye:

1. **Identificación de Puntos Críticos:** Se analizarán los pasos del procedimiento para determinar aquellos que presentan mayores dificultades o ineficiencias.
2. **Optimización de Técnicas:** Se evaluarán y ajustarán las técnicas empleadas, considerando las mejores prácticas identificadas.
3. **Actualización de Herramientas:** En caso de ser necesario, se incorporarán nuevas herramientas o tecnologías que permitan mejorar el desempeño general del proceso.

Por ejemplo, si se detecta que la preparación inicial consume más tiempo del esperado, se podrían implementar métodos más ágiles para la inspección y configuración del sistema antes del desmontaje.

3.4.3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En caso de que el sistema de izaje presente desgaste acelerado o requiera mantenimiento más frecuente de lo previsto, se ajustará el plan de mantenimiento preventivo basado en los datos históricos del sistema. Se priorizarán componentes clave como cables de acero, rodillos y polipastos, con inspecciones periódicas para evitar fallas inesperadas. Además, se evaluará la efectividad de los métodos actuales para prever y reducir el desgaste prematuro.

3.4.3.3. REENTRENAMIENTO PERSONAL

Si se detectan incidentes de seguridad o una disminución en la eficiencia operativa, se diseñará e implementará un programa de reentrenamiento específico para los operadores. Este programa incluye simulaciones prácticas y ejercicios enfocados en procedimientos críticos, como la gestión de emergencias y el uso correcto de los equipos de protección personal (EPP).

3.4.3.4. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

Toda reducción significativa de los KPI será sometida a un análisis de causa raíz, utilizando herramientas como el **diagrama de Ishikawa o los 5 porqués**. Este análisis permitirá identificar factores subyacentes y proponer soluciones correctivas a largo plazo, asegurando que las desviaciones no se repitan y contribuyendo al aprendizaje organizacional.

3.4.4. GESTIÓN DE CALIDAD Y AUDITORÍAS

Este enfoque garantiza que las mejoras implementadas sean sostenibles y que las **normas internacionales de calidad** se respeten de manera continua. Para garantizar la efectividad y la alineación con las mejores prácticas internacionales, se propondrán auditorías periódicas que permitan verificar el estado de los procesos y equipos. A continuación, se detallan los tipos de auditorías propuestas y su aplicación según las normas correspondientes:

1. Auditoría de Seguridad Laboral

- **Norma Aplicable:** ISO 45001.
 - ✓ **Capítulo 8.1.2:** Establece controles específicos para gestionar riesgos relacionados con equipos mecánicos y eléctricos, como el sistema de izaje, asegurando la prevención de accidentes durante su uso.
 - ✓ **Capítulo 5.4:** Resalta la importancia de la participación de los trabajadores en la identificación de riesgos y mejoras operativas.
- **Objetivo:** Verificar la alineación del sistema de izaje con la normativa de seguridad ocupacional y garantizar un entorno seguro para los operadores.
- **Alcance:** Inspección de procedimientos de seguridad, uso correcto de EPP y análisis de incidentes de seguridad relacionados con el sistema.
- **Periodicidad:** Trimestral o tras cualquier cambio significativo en el sistema.

2. Auditoría de Calidad del Equipo

- **Norma Aplicable:** ISO 9001.
 - **Capítulo 8.5.1:** Subraya la importancia de realizar inspecciones regulares a los equipos para asegurar su correcto funcionamiento y prevenir fallos.
 - **Capítulo 9.1.1:** Requiere el análisis y medición y analizar del desempeño de los equipos, asegurando el control y trazabilidad de la operación.

- **Objetivo:** Validar la integridad mecánica y eléctrica de los componentes del sistema de izaje, como polipastos, cables y roldana.
- **Incluye:** Revisión de los sistemas de control, frenos electromecánicos y el estado físico de los componentes críticos.
- **Periodicidad:** Cada seis meses o cuando se detecten anomalías operativas.

3. Auditoría de Cumplimiento Normativo

- **Normas Aplicables:** BRC, ISO 22000, ISO 9001.
 - **Sección 4.1 (BRC):** Requiere estrictos controles operativos para prevenir la contaminación cruzada y garantizar la seguridad alimentaria.
 - **Capítulo 7.2 (ISO 22000):** Exige la alineación de todos los procesos, desde la instalación hasta la operación, con los estándares de seguridad alimentaria.
- **Objetivo:** Comprobar que todos los procesos y procedimientos cumplen con las normativas específicas del sector, garantizando la calidad y seguridad del sistema.
- **Incluye:** Revisión documental, inspección física y evaluación de registros operativos.
- **Periodicidad:** Anual, con auditorías adicionales en caso de incidentes o modificaciones significativas.

3.4.5. PLAN DE MEJORA CONTÍNUA

Este enfoque se basa en herramientas estadísticas, retroalimentación del personal y la incorporación de nuevas tecnologías para implementar ajustes estratégicos y sostenibles. Las acciones clave dentro de este plan incluyen:

3.4.5.1. CICLO PDCA (PLANIFICAR-HACER-VERIFICAR-ACTUAR)

El ciclo PDCA se implementará de la siguiente manera, para garantizar un proceso iterativo de mejora continua:

- ✓ **Plan (Planificar):** Realizar inspecciones programadas para identificar desviaciones en los KPIs clave, como el tiempo de desmontaje, la frecuencia de mantenimiento y los incidentes de seguridad operativa.
- ✓ **Hacer (Hacer):** Implementar ajustes operativos, como la recalibración de equipos de izaje o la optimización de procedimientos según los hallazgos.
- ✓ **Check (Verificar):** Monitorear el impacto de los ajustes a través del seguimiento de los KPIs relevantes, utilizando herramientas de monitoreo continuo como paneles de control.
- ✓ **Act (Actuar):** Integrar lecciones aprendidas en los procesos operativos, actualizando manuales, procedimientos y políticas.

3.4.5.2. ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

Cuando se identifiquen problemas recurrentes o críticos, como desviaciones en los tiempos de desmontaje o fallos mecánicos frecuentes, se emplearán herramientas analíticas para resolverlos de raíz:

- ⚠ **Diagrama de Ishikawa:** Se utilizará para desglosar problemas complejos e identificar factores técnicos, humanos y organizativos que afectan al desempeño del sistema.
- ⚠ **5 porqué:** Ayudará a profundizar en las causas fundamentales detrás de cada desviación, generando soluciones a largo plazo.

3.4.5.3. INTEGRACIÓN CON NORMAS Y AUDITORÍAS:

Esto enfoque incluye una revisión periódica de los procedimientos operativos y la implementación de las recomendaciones surgidas en las auditorías internas y externas.

- ⚠ *La participación de los operadores será clave en este proceso. Su experiencia diaria con el sistema de izaje permitirá identificar oportunidades de mejora no detectadas por herramientas estadísticas, garantizando un enfoque integral y práctico.*

3.5. VALOR AGREGADO DE LA MEJORA

La implementación del sistema de izaje aportará un **valor agregado significativo a la planta**, generando mejoras sustanciales tanto en la eficacia operativa como en la seguridad laboral. Los principales beneficios que se esperan obtener de la implementación de esta solución son los siguientes:

3.5.1. MEJORA EN LA SEGURIDAD LABORAL

Se estima que la implementación del sistema de izaje podría reducir entre un **70% y 80%** los incidentes laborales relacionados con el desmontaje manual de la cinta transportadora. Este sistema minimizaría significativamente la necesidad de manipulación directa por parte de los trabajadores, disminuyendo notablemente el riesgo de accidentes y lesiones. Además, permitiría una operación más controlada y segura, alineada con normativas internacionales como la **ISO 45001**. Los protocolos estandarizados y el entrenamiento especializado proyectan contribuir a un entorno de trabajo más seguro y confiable, disminuyendo la exposición a riesgos críticos.

3.5.2. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE INACTIVIDAD

La propuesta del sistema de izaje tiene como objetivo reducir el tiempo promedio de desmontaje de la cinta transportadora de **30 a 15 minutos**, representando una mejora estimada del **50%**. Con una menor duración del proceso de desmontaje, los trabajadores podrán enfocarse en actividades más productivas, mejorando la eficiencia general de la planta.

3.5.3. CUMPLIMIENTO NORMATIVO Y MEJORA DE LA CALIDAD

La propuesta asegura que el sistema de izaje cumpla con normas internacionales clave, como **ISO 45001** y **BRC**, a través de la implementación de procedimientos estandarizados y controles de calidad rigurosos. La alineación de los procesos de desmontaje y mantenimiento con estándares de seguridad garantizaría la calidad del producto final y reduciría los riesgos laborales.

3.5.4. AHORRO EN COSTOS A LARGO PLAZO

La disminución estimada de incidentes de seguridad reduciría costos asociados a **gastos médicos, indemnizaciones y pérdida de productividad**. Además, el tiempo optimizado en los procesos de desmontaje permitiría una asignación más eficiente de recursos, disminuyendo los costos operativos.

La propuesta también prevé una reducción de gastos en **mantenimiento preventivo y correctivo**, optimizando la vida útil de los equipos y minimizando fallos inesperados, lo que contribuiría a operaciones más sostenibles y rentables.

3.5.5. SOSTENIBILIDAD Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Aunque el consumo energético podría elevarse debido a la mecanización del proceso, este sistema permitiría una reducción significativa de **lesiones y accidentes laborales**.

Además, al optimizar los tiempos de desmontaje y minimizar los errores operativos, el sistema de izaje fomenta una **mayor eficiencia en el uso de recursos**. Esto podría integrarse con futuras mejoras tecnológicas para reducir el impacto ambiental, demostrando el compromiso de la planta con una **gestión responsable y sostenible**.

3.5.6. FORTALECIMIENTO DE LA CULTURA DE SEGURIDAD

La propuesta enfatiza la **capacitación continua** del personal, promoviendo un ambiente donde la seguridad sea un valor esencial. Esto establecería un **estándar de seguridad organizacional**, fomentando operaciones más responsables, sostenibles y alineadas con mejores prácticas internacionales.

3.6 INFORME FINAL DE CONTROL Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Finalmente, para evaluar la efectividad real del sistema implementado, se elaborará un informe final exhaustivo que mostrará claramente los resultados logrados, comparándose con las expectativas iniciales del proyecto.

3.6.1. CONTENIDO DEL INFORME

El informe contendrá diferentes secciones, las cuales se darán a continuación:

3.6.1.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

Este apartado evaluará indicadores clave antes y después de la implementación del sistema de izaje, proporcionando una visión clara de los beneficios obtenidos. Entre los principales aspectos a analizar se encuentran:

1. **Tiempos de desmontaje:** Comparación de los tiempos promedios antes (30 minutos) y después (15 minutos) de la implementación.
2. **Incidentes de seguridad laboral:** Reducción proyectada de un 70%-80% en los incidentes relacionados con la manipulación manual.
3. **Frecuencia de mantenimiento:** Evaluación de la disminución de intervenciones correctivas debido a la mejora en los procedimientos preventivos.
4. **Impacto en costos operativos:** Análisis de los ahorros obtenidos gracias a la optimización de procesos y reducción de tiempos de inactividad.

3.6.1.2. EVALUACIÓN DE KPIS Y CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

Los indicadores clave definidos en la planificación serán evaluados para determinar si los objetivos fueron específicos alcanzados. Entre los KPI a analizar se incluyen:

- ✓ **Reducción del tiempo de desmontaje en un 50%.**
 - ✓ **Disminución de incidentes de seguridad laboral en un 70%-80%.**
 - ✓ **Optimización de la vida útil de los componentes críticos.**
- Este análisis permitirá identificar si las estrategias implementadas fueron efectivas y si los resultados cumplen con los estándares planteados.

3.6.1.2. DESAFÍOS Y APRENDIZAJE

Durante el desarrollo del proyecto se identificarán áreas de oportunidad y desafíos críticos, tales como:

- Adaptación del personal al nuevo sistema de izaje mediante capacitaciones.
- Ajustes necesarios en los procedimientos operativos debido a imprevistos técnicos.
- Retos logísticos en la instalación y operación inicial del sistema.

Documentar estas lecciones servirá como referencia para futuros proyectos de mejora.

3.6.1.2. RECOMENDACIONES PARA EL FUTURO

Basándose en los resultados y aprendizajes obtenidos, se propondrán medidas para optimizar aún más el sistema, como:

- ✓ Automatización de procesos específicos para reducir tiempos y mejorar la seguridad.
- ✓ Revisión periódica de los procedimientos para garantizar la alineación con las normativas más recientes.
- ✓ Sugerencias para integrar nuevas tecnologías y estándares operativos que maximicen la eficiencia y minimicen los riesgos.

CONCLUSIONES DEL PROYECTO

El proyecto presentado propone la implementación de un sistema de izaje para optimizar el desmontaje de la cinta transportadora modular en la Planta de Chocolates Carozzi. Este sistema se fundamenta en un análisis técnico, normativo y operativo, con proyecciones que sugieren que la solución alcanzará los objetivos establecidos, logrando mejoras significativas en términos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad.

El sistema de izaje propuesto tiene como principal beneficio la reducción de los riesgos laborales asociados con la manipulación manual de la cinta. Se estima que la implementación de este sistema podría reducir los incidentes en un 70%-80%. Esto es posible gracias al diseño del sistema, el cual elimina la intervención manual en las etapas más críticas del proceso. Además, se estima una optimización del tiempo promedio de desmontaje, disminuyéndolo de 30 a 15 minutos, lo cual impactará directamente en la productividad y continuidad operativa de la planta.

El cumplimiento de normativas internacionales, como la ISO 45001 y la BRC, está integrado en la solución propuesta, lo que garantiza la seguridad laboral y la inocuidad alimentaria. Asimismo, el sistema es adaptable a otras líneas de producción, lo que permitirá la estandarización de procesos y contribuirá a una operación más eficiente y homogénea en la planta.

Un componente clave de la solución es la capacitación del personal operativo, la cual se presenta como un elemento fundamental para asegurar la correcta adopción y uso del sistema de izaje. Este enfoque fortalece las competencias del equipo de trabajo, fomenta una cultura organizacional centrada en la prevención de riesgos y contribuye a la mejora continua.

Además, el proyecto contempla un sistema de monitoreo continuo basado en KPIs. Esto permitirá evaluar la efectividad del sistema y detectar áreas de mejora a lo largo del tiempo. El monitoreo continuo asegura la sostenibilidad del proyecto, facilitando ajustes progresivos para mantener el sistema alineado con las necesidades operativas y estratégicas de la planta.

Por último, el análisis económico muestra que la implementación del sistema de izaje podría generar beneficios a largo plazo al reducir los incidentes laborales, los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento. Aunque este modelo es teórico, ofrece una base sólida para su futura implementación, destacándose por su enfoque técnico, sostenible y alineado con las metas estratégicas de la planta.

RECOMENDACIONES DEL PROYECTO

1. **Realizar un Estudio de Viabilidad Técnico-Económica:** Antes de proceder con la implementación, se recomienda realizar un análisis exhaustivo de viabilidad que contemple los costos iniciales, los gastos asociados al mantenimiento preventivo y correctivo, y los beneficios proyectados en términos de seguridad y eficiencia. Este análisis debe incluir la proyección del retorno de inversión (ROI) para justificar financieramente la propuesta y permitir una toma de decisiones basada en datos.
2. **Diseñar e Implementar un Plan de Capacitación Operativa y de Seguridad**
Se debe desarrollar un plan de capacitación integral que garantice que todo el personal operativo esté completamente preparado para utilizar el sistema de izaje de manera segura y eficiente. El plan debe incluir tanto sesiones teóricas como prácticas, enfocándose en la operación del sistema, la identificación de riesgos y el manejo de situaciones de emergencia. Además, se debe incorporar un programa de actualización periódica del conocimiento para mantener altos estándares de competencia en todo momento.
3. **Establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo**
Se debe diseñar un plan de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones periódicas de componentes críticos como cables, roldanas y sensores. Este plan debe detallar la frecuencia de inspección y los procedimientos de ajuste y calibración necesarios para evitar interrupciones en el proceso. Además, se debe considerar un protocolo de mantenimiento correctivo para abordar fallas no previstas de manera rápida y efectiva.
4. **Implementar un Sistema de Monitoreo de KPIs y Mejora Continua**
Se recomienda establecer un sistema para monitorear KPIs relacionados con los tiempos de desmontaje, incidentes laborales, costos operativos y eficiencia del sistema. Este monitoreo debe alimentar un enfoque de mejora continua, permitiendo la identificación de oportunidades de optimización y asegurando que el sistema se mantenga alineado con los objetivos estratégicos de la planta.
5. **Evaluar la Expansión del Sistema a Otras Áreas de la Planta**
Si los resultados iniciales son positivos, se recomienda analizar la viabilidad de expandir el uso del sistema de izaje a otras áreas de la planta donde se realicen tareas de manipulación manual. Esto podría generar beneficios adicionales en términos de seguridad, eficiencia operativa y sostenibilidad, fortaleciendo la propuesta inicial.
6. **Documentar y Compartir los Resultados del Proyecto**
Para maximizar el aprendizaje organizacional, se sugiere documentar todos los resultados y aprendizajes derivados de la implementación inicial del sistema de izaje. Estos informes pueden servir como referencia para futuros proyectos de mejora e innovación en la planta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carozzi S.A. (2023). *Historia y modelo de negocio, Instalaciones y capacidad productiva, Informe integrado, Productos y marcas, Innovación y calidad*. Carozzi S.A. Recuperado de www.carozzicorp.com
2. Organización Internacional de Normalización. (2015). *ISO 14001: Gestión ambiental*. Recuperado de www.iso.org
3. Organización Internacional de Normalización. (2018). *ISO 45001: Seguridad y salud en el trabajo*. Recuperado de www.iso.org
4. Carozzi S.A. (2024). Informes internos de seguridad. Documento confidencial.
5. Carozzi S.A. (2024). Auditorías de eficiencia operativa. Documento confidencial.
6. Ishikawa, K. (1985). *¿Qué es el control de calidad total? El método japonés*. Prentice Hall.
7. Predictiva21. (2019). *Diagramas de Pareto y de dispersión: Herramientas del mantenimiento*. La revista digital de Mantenimiento, Confiabilidad y Gestión de Activos. Recuperado de <https://predictiva21.com/diagramas-de-pareto-y-de-dispersion-herramientas-del-mantenimiento>
8. Ammeraal Beltech. (2023). *Catálogo de cintas transportadoras*. Recuperado de www.ammeraalbeltech.com
9. Ammeraal Beltech. (2021). *Cinta transportadora modular: Guía técnica*.
10. BRCG. (2020). *Estándar mundial de seguridad alimentaria*. Recuperado de www.brcgs.com
11. OSHA. (2023). *Pautas para la manipulación segura de sistemas de carga*. Recuperado de www.osha.gov
12. Dhillon, BS (2002). *Mantenimiento de ingeniería: un enfoque moderno*.
13. Fremap. (N.D). *Manual de seguridad de los útiles de elevación de cargas*. Recuperado de <https://www.fremap.es/Paginas/Inicio.aspx>
14. Konecranes. (s.f.). *Konecranes belt hoist is a secret weapon in clean lifting*. Recuperado de <https://www.konecranes.com>
15. Spanco Inc. (s.f.). *Workstation Jib Crane in Food Manufacturing*. Recuperado de <https://www.spanco.com/case-studies>
16. Hoist UK. (s.f.). *Pharmaceutical Clean Room Lifting Equipment*. Recuperado de <https://www.hoistuk.com>



17. Microsoft. (2023). *Documentación de Power BI*. Recuperado de <https://www.microsoft.com/es-es/power-platform/products/power-bi>

18. Tableau. (2023). *Creación de cuadros de mando eficaces*. Recuperado de www.tableau.com

19. Estudio Looker. (2023). *Técnicas de visualización*. Recuperado de www.looker.com

20. Springer. (2022). *Sistemas de ingeniería mecánica: aplicaciones actuales*. Recuperado de: www.springer.com

21. Martins, J. (2024, 16 de agosto). *Indicadores clave de desempeño (KPI)*. Asana. Recuperado de <https://asana.com/es/resources/key-performance-indicator-kpi>

22. OpenAI. (2025). *ChatGPT (versión GPT-4)*. Recuperado de <https://www.openai.com/chatgpt>