

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE DESTRUCCIÓN
DE MARCA DE LA LINEA BELUGA EN LA EMPRESA ANTON,
POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA DMAIC, Y
ESTUDIO DE TRABAJO.**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: ANGELICA TREJOS MARIN

TUTOR: ING. KATHERINE CARVAJAL AVILA

SEDE ALAJUELA, COSTA RICA

MARZO, 2025

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA	I
CÉDULA DE IDENTIDAD	II
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR.....	V
CERTIFICADO DEL FILÓLOGO	VI
CARTA DE ENTENDIMIENTO	VII
CONTENIDO	VIII
TABLAS.....	XI
FIGURAS.....	XII
DEDICATORIA.....	XIII
AGRADECIMIENTOS	XIV
EPÍGRAFE.....	XV
RESUMEN.....	XVI
CAPÍTULO I. PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 ANTECEDENTES	4
1.4.1 <i>Antecedentes internacionales</i>	4
1.4.2 <i>Antecedentes nacionales</i>	6
1.5 PROYECCIONES	7
1.5.1 <i>Alcances</i>	7
1.5.2 <i>Limitaciones</i>	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES	9
2.1.1 <i>Metodología DMAIC</i>	9
2.1.2 <i>Diagrama de flujo</i>	10

2.1.3 Análisis FODA y Matriz FODA	11
2.1.4 Diagrama de SIPOC	13
2.1.5 Análisis de Stakeholders.....	14
2.1.6. Estudio de Trabajo, Métodos y Tiempos.	15
2.1.7 Grafico de Barra	18
2.1.8 Lluvia de ideas	19
2.1.9 Diagrama de Ishikawa	20
2.1.10 Multivoto	21
2.1.11 Diagrama de Pareto.....	21
2.1.12 Análisis de Estándares Operativos (SOPs)	23
2.1.13 Value Stream Mapping (VSM).....	23
2.1.14 Diagrama de Gantt.....	24
2.1.15 Indicadores KPI (Key Performance Indicators).....	25
2.1.16 Mapa de Riesgos	26
2.1.18 Modelo ADKAR.....	27
2.1.19 Análisis de Retorno de Inversión (ROI)	28
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	29
2.2.1 Visión / Misión	29
2.2.2 Antecedentes históricos	29
2.2.3 Ubicación geográfica.....	30
2.2.4 Estructura organizacional.....	31
2.2.5 Cantidad de empleados	31
2.2.6 Tipos de productos	32
2.2.7 Mercado de exportación.....	32
2.2.8 Descripción general del proceso productivo.....	32
2.2.8.1 Actividades que realiza la organización.	32
2.2.8.2 Materia Prima	33
2.2.8.3 Manufactura de dispositivos médicos.....	33
2.2.8.3.1 Preparación de Subensambles.....	33
2.2.8.3.2 Ensamble de unidades con o sin condiciones de cuarto limpio.....	33
2.2.8.4 Empaque.....	34
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	35
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	38
3.3.1. Fuentes Primarias	38
3.3.2. Fuentes Secundarias.....	38

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS	40
3.5 INSTRUMENTOS.....	42
1.5.1 Observación Directa	42
1.5.2 Artículos Científicos y Libros (Revisión de la Literatura)	42
3.5.3 Registros Históricos de Producción	42
3.5.4 Fichas Técnicas de Productos y Procesos.....	43
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
4.1 DEFINIR	45
4.1.1 Diagrama de flujo	45
4.1.2 Análisis FODA	47
4.1.3 Diagrama SIPOC	52
4.1.4 Matriz de Stakeholders.....	54
4.2 MEDIR	56
4.2.1 Especificaciones de la Línea Beluga.....	57
4.2.2 Datos Generales de Beluga.....	60
4.2.3 Históricos de Scrap	61
4.2.4 Estudio del Trabajo	64
4.2.4.1 Estudio de tiempos.....	66
4.2.4.2 Estudio de métodos.....	72
4.3 ANALIZAR.....	74
4.3.1 Lluvia de Ideas	74
4.3.2 Diagrama de Ishikawa	76
4.3.3 Multivoto	79
4.3.4 Pareto	81
CAPÍTULO V. PROPUESTA.....	86
5.1 MEJORAR.....	87
5.1.1 Propuesta basada en Análisis de Estándares Operativos (SOPs).....	87
5.1.2 Propuesta de mejora mediante el Mapeo de la Cadena de Valor (Value Stream Mapping).....	91
5.1.3 Propuesta de mejora para la reducción de daños en los componentes.....	95
5.2 CONTROLAR	98
5.2.1 Diagrama Gantt para Propuesta basada en Análisis de Estándares Operativos (SOPs).....	98
5.2.2 Estrategia de Control para la Implementación del VSM	101
5.2.3 Mapa de Riesgos en la Reducción de Daños a Componentes	103
5.2.4 Modelo ADKAR para la Resistencia al Cambio.....	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
5.2.5 Análisis del Retorno de Inversión ROI.....	105
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108

CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS.....	112
ANEXOS.....	116
ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DE LA LÍNEA BELUGA.....	117

TABLAS

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área.....	32
Tabla 3.1: Metodología DMAIC para el presente proyecto.....	37
Tabla 3.2: Variables de la investigación por objetivo específico.....	40
Tabla 4.1 Descripción FODA.....	48
Tabla 4.2: Stakeholder para línea Beluga.....	55
Tabla 4.2 Pasos de destrucción del dispositivo Beluga	57
Tabla 4.3 Scrap generado por cada dispositivo	62
Tabla 4.4: Tiempo observado de los trabajadores en el proceso de desarme.....	66
Tabla 4.5: Tiempo total trabajador B.....	67
Tabla 4.6 Total de muestras del trabajador B.....	68
Tabla 4.7 Clasificación Westinghouse	69
Tabla 4.8 Tiempo observado y tiempo normal para el trabajador B.....	70
Tabla 4.9 Cursograma Analítico del desensamble del dispositivo Beluga	73
Tabla 4.10. Multivoto de las posibles causas	80
Tabla 4.11 Datos para el Diagrama de Pareto de las causas principales.....	822
Tabla 5.1. Estrategias de Optimización del Almacenamiento	95
Tabla 5.2. Estrategias para Mejorar el Transporte Interno	96
Tabla 5.3. Estrategias para Mejorar el Control en Manufactura y Recepción	97
Tabla 5.4 Indicadores de KPIs.....	101
Tabla 5.5 Mapa de Riesgos en la Reducción de Daños a Componentes.....	103
Tabla 5.6 Estructura matriz de riesgo.....	104
Tabla 5.7 Inversión en equipos y materiales	1065
Tabla 5.8 Mano de obra.....	1076

FIGURAS

Figura 2.1: Ejemplo de Metodología DIMAC.....	10
Figura 2.2: Diagrama de flujo	11
Figura 2.3: Ejemplo de Análisis FODA	12
Figura 2.4: Ejemplo de Matriz FODA.....	13
Figura 2.5: Ejemplo de SIPOC.....	14
Figura 2.6: Ejemplo de Análisis de Stakeholders.....	15
Figura 2.7: Categorías de tiempo en el Estudio de Trabajo.....	17
Figura 2.8: Ejemplo de Grafico de Barra	19
Figura 2.9: Ejemplo de lluvia de ideas	20
Figura 2.10: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa.....	21
Figura 2.11: Representación Diagrama de Pareto	22
Figura 2.12: Ejemplo de Análisis de SOPs.....	23
Figura 2.13: Ejemplo de un VSM.....	24
Figura 2.15: Ejemplo de Mapa de Riesgos.....	27
Figura 2.16 Modelo ADKAR.....	28
Figura 2.17: Mapa satelital de Anton	31
Figura 2.18: Organigrama de Anton.....	31
Figura 2.19: Descripción general del proceso	34
Figura 4.1: Diagrama de flujo de áreas y recursos involucrados	46
Figura 4.2: Análisis FODA de Anton (Proceso de Destrucción).....	48
Figura 4.3: Matriz FODA Cruzada del Caso de la Línea Beluga	50
Figura 4.4: Diagrama SIPOC para la línea de Beluga	52
Figura 4.5: Gráfico Matriz Stakeholder.....	56
Figura 4.6 Dispositivo Beluga ensamblado.....	58
Figura 4.7 Desensamble dispositivo Beluga Piezas 1-8	59
Figura 4.8 Desensamble dispositivo Beluga Piezas 9-13	60
Figura 4.9 Gráfico de material desperdiciado por mes.	63
Figura 4.10. Lluvia de ideas	766
Figura 4.11 Diagrama de Ishikawa para el desperdicio de materia prima	777
Figura 4.12. Diagrama de Pareto de las causas principales.	844
Figura 5.1. Guía SOPs página 1	899
Figura 5.2 Guía SOPs página 2	90
Figura 5.3 VMS Situacion Actual	1002
Figura 5.4 VMS Propuesta de Mejora.....	1003
Figura 5.5 Matriz de riesgos.....	1044
Figura 5.6 ADKAR En el proceso de destrucción Beluga.....	¡Error! Marcador no definido.6

DEDICATORIA

“Este proyecto está dedicado a una mujer extraordinaria y su amor incondicional. Por estar siempre en la esquina dándome palabras de aliento ante cualquier adversidad de la vida, mi ejemplo más claro de lucha, mi maravillosa madre, por todo lo que me ha dado y enseñado a lo largo de nuestra vida juntas. Por ser la comandante en mis batallas y mi línea de defensa ante los problemas. Te amo Madre. A mi mejor amigo Alonso la estrella que más brilla en el cielo porque me enseñó la más dura lección de vida al partir de este plano terrenal cuando menos lo espere, estás siempre en mi corazón, no hay día que no te recuerde, un abrazo hasta cielo”. *A. Trejos*

AGRADECIMIENTOS

“Después de tantos meses he finalizado con éxito este ambicioso proyecto de vida, solamente me acontece una palabra: ¡Gracias! Todo el trabajo realizado fue posible gracias al esfuerzo y la entrega durante tanto tiempo, mi mejor amigo que me cuida desde cielo que estuvo a mi lado en todo este camino, no lo tuve físicamente, pero si muy en mi corazón, y en cada momento que quería desistir, a mi familia por sacrificar muchas veces momentos en los que no pude compartir con ellos, ambos el agradecimiento cuya paciencia fue puesta a prueba en incontables ocasiones. Nada de esto hubiera sido posible sin ustedes. Este trabajo es el resultado de un sinnúmero de acontecimientos que poco tuvieron que ver con lo académico, sino más bien, con el amor, la paciencia y la valentía para lograr cada escalón. Gracias infinitas a ustedes y, por supuesto, a Dios, por ponerlos en mi camino.” *A. Trejos*

EPÍGRAFE

Si lo puedes soñar, lo puedes lograr.

Walt Disney

RESUMEN

El presente proyecto titulado “Propuesta de mejora del proceso de destrucción de marca de la línea Beluga en la empresa Anton, mediante la metodología DMAIC y un estudio de trabajo”, desarrollada en este documento, tiene como objetivo optimizar el proceso de destrucción de marca de dispositivos médicos que genera un elevado nivel de desperdicio de materia prima, afectando tanto la eficiencia operativa como la sostenibilidad ambiental de la empresa. Este proceso es fundamental en la preservación de la propiedad intelectual y la reputación de la organización, pero presenta deficiencias que impactan los costos de operación y la competitividad de la empresa.

El análisis se enfoca en la línea Beluga de Anton, una empresa especializada en la manufactura de dispositivos médicos para la salud femenina. El estudio identifica los principales problemas en el manejo de residuos, relacionados con la falta de un sistema estructurado de clasificación, el uso de técnicas ineficientes de desecho, y la ausencia de un control adecuado de materiales recuperables. El resultado es un costo elevado asociado al desperdicio de materias primas y una mayor generación de desechos que deben ser gestionados externamente, afectando la competitividad financiera y la imagen de sostenibilidad de la organización.

Para abordar este desafío, se emplea la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), una herramienta clave del enfoque, orientada a la mejora continua de procesos a través de decisiones basadas en datos. El estudio incluye un análisis detallado del flujo de trabajo actual mediante herramientas como diagramas de flujo, análisis FODA, diagramas de Pareto e Ishikawa, que permiten identificar las causas principales del desperdicio y proponer mejoras estructuradas. Adicionalmente, se incluye un Estudio de Trabajo, que analiza los métodos y tiempos operativos, con el fin de optimizar el uso de recursos y reducir la variabilidad en el proceso de destrucción de marca.

El resultado de esta investigación es una propuesta integral de mejoras que no solo optimiza el proceso de destrucción de marca, sino que también promueve la implementación de un sistema más eficiente y sostenible, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en lo referente a la producción y consumo responsable. Las mejoras incluyen la adopción de mejores prácticas para la gestión de residuos, la optimización del almacenamiento de

materiales recuperables y la implementación de indicadores clave de desempeño (KPI) para controlar y monitorear los avances en la eficiencia operativa.

En resumen, esta tesis plantea una solución integral basada en mejoras operativas, sostenibilidad y control de calidad que permitirían a Anton reducir el desperdicio de materia prima, disminuir costos operativos y mejorar su competitividad en el sector de dispositivos médicos. Las propuestas también impactarían positivamente en el manejo ambiental de los residuos, alineando a la empresa con estándares internacionales de sostenibilidad.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la planta Anton, el proceso de destrucción de marca en los dispositivos de scrap es una etapa crítica para garantizar la protección de la propiedad intelectual y preservar la reputación de la organización. Sin embargo, este proceso presenta desafíos importantes relacionados con la eficiencia operativa y la sostenibilidad. El problema de esta investigación es el desperdicio excesivo de materia prima durante la ejecución del proceso, lo que genera costos económicos elevados y una gestión ineficiente de los recursos.

Entre las posibles causas de esta problemática se encuentran la falta de un sistema estructurado para clasificar los residuos generados, la inexistencia de procedimientos optimizados que permitan un manejo más eficiente de los materiales recuperables, y el uso de técnicas que no garantizan un control adecuado del desperdicio. Estas limitaciones incrementan la necesidad de adquirir materia prima adicional para compensar el material desperdiciado, afectando directamente la rentabilidad de la operación.

Las consecuencias de esta situación son diversas y significativas. Desde una perspectiva económica, el desperdicio de recursos incrementa los costos de producción y disminuye la competitividad de la empresa. Desde un punto de vista ambiental, el manejo ineficiente de residuos contribuye al aumento de desechos enviados a centros de acopio o empresas externas para su disposición, generando un impacto ambiental negativo que contrasta con los principios de sostenibilidad que la empresa busca promover.

Por lo tanto, se propone realizar un estudio del proceso actual de destrucción de marca en la línea Beluga, con el objetivo de identificar áreas críticas de mejora y desarrollar una propuesta basada en la metodología DIMAC. Esta propuesta estará enfocada en optimizar las operaciones para reducir significativamente el desperdicio de materia prima, mejorar la eficiencia en la gestión de materiales recuperables, y establecer un sistema operativo más sostenible y rentable para la empresa. Esto nos lleva a la pregunta ¿Cómo puede optimizarse el proceso de destrucción de marca en la línea Beluga de la empresa Anton mediante la metodología DIMAC, para reducir el desperdicio de materia prima y garantizar un sistema operativo más eficiente y sostenible?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Elaborar una propuesta de mejora en el proceso de destrucción de marca para la línea Beluga en la empresa Anton, utilizando la metodología DMAIC y la técnica de estudio de trabajo, con el fin de reducir el desperdicio de materia prima y promover un sistema de operación más eficiente y sostenible.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el proceso actual de destrucción de marca en la línea Beluga de la empresa Anton, mediante un análisis de las etapas operativas.
- Identificar las principales fuentes de desperdicio de materia prima con base en el proceso actual de destrucción de marca en la línea Beluga.
- Analizar las causas raíz más críticas que generan ineficiencia en el proceso, mediante una exploración contextual y estructurada.
- Diseñar propuestas de mejora para el proceso de destrucción de marca, enfatizando el salvamento de materiales recuperables o coprocesables y beneficios operativos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La optimización del proceso de destrucción de marca en Anton se vuelve relevante por causa del impacto directo que tiene sobre la eficiencia operativa de la planta, llevar a cabo un proceso más eficiente contribuiría a la reducción de costos que se asocia con el desperdicio de material. Según estudios en la industria manufacturera, una adecuada gestión de los materiales puede reducir los costos hasta un 15% (Cercado et al., 2020), así que este proyecto pretende desarrollar una propuesta que permita minimizar el desperdicio.

Anton tiene un compromiso con la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente, una correcta disposición de residuos y la reducción de desperdicio de materia prima no solo favorece a la empresa, sino también a la comunidad. Una eventual gestión de residuos contribuye a la protección del entorno, además, son fundamentales para alcanzar Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas, específicamente el ODS 12: Producción y Consumos Responsables (Naciones Unida, s.f.). Eventualmente, el proyecto impactaría de forma significativa en la minimización del impacto ambiental.

Este proyecto contribuirá además al conocimiento teórico referente en el área de gestión de residuos en procesos industriales, al analizar el proceso de destrucción de marca y sus efectos sobre la sostenibilidad, se podrá generar nueva evidencia que podrán ser de utilidad para otros estudios en empresas del sector de dispositivos médicos u otras industrias relacionadas con la salud y la tecnología médica. La necesidad de optimizar los procesos industriales es creciente, esta propuesta responde a las expectativas del mercado sobre la reducción del desperdicio y la eficiencia en el uso de recursos (Manufacturing.net, 2024) y se alinea con la misión de Anton de mantener estándares de producción eficientes y responsables (Ledezma, 2009).

Se considera que el proyecto cuenta con el respaldo y recursos necesarios para su ejecución, convirtiéndolo en un estudio viable. Además, la presencia de la empresa encargada de la gestión de residuos garantiza que los materiales recuperables se manejarán de forma eficiente aportando en los ideales de sostenibilidad la planta Anton.

1.4 ANTECEDENTES

El proceso de destrucción de marca en dispositivos de scrap ha sido de interés en diferentes industrias a raíz de su impacto en la propiedad intelectual, eficiencia operativa y sostenibilidad. De esta forma, las investigaciones referentes al tema se han abordado con esos u otros enfoques.

1.4.1 Antecedentes internacionales

A nivel internacional, se han presentado investigaciones como la de Roberts et al. (2023) llevaron a cabo un estudio exploratorio con el objetivo de descubrir por qué las empresas se involucran con la destrucción de productos, como la eliminación de bienes no vendidos o devoluciones de clientes. Identificaron dos conjuntos de factores: los "upstream", que afectan el nivel de devoluciones y stock no vendido, relacionados con los modelos de negocio y expectativas de los consumidores; y los "downstream", que motivan a las empresas a destruir productos en lugar de optar por estrategias de reparación o reutilización, impulsados por incentivos económicos, protección de la marca y la falta de redes de reutilización. El estudio sugiere que una combinación de políticas es necesaria para abordar estos factores y promover un comportamiento más sostenible. Además, se señalan áreas de investigaciones de interés como la implementación de modelos de negocios circulares para evitar la destrucción de productos.

Siguiendo una metodología muy similar que el estudio anterior, Roberts (2022) realiza una investigación cualitativa bajo la misma línea: descubrir por qué las empresas se involucran con la

destrucción de productos. Lo relevante aquí es que se concluye que, para abordar efectivamente la destrucción de productos, es fundamental implementar un conjunto de políticas que actúen de manera integral sobre los diversos factores que influyen en esta problemática. Esto implica modificar las conductas de varios actores del proceso como fabricantes, consumidores y organizaciones dedicadas a la reutilización. Además, que es necesario realizar cambios significativos en los modelos de negocio existentes, así como en el tipo y cantidad de productos que se generan, junto con una transformación en las normas de consumo. Se finaliza con la idea de que enfrentar la destrucción de productos se presenta como una oportunidad crucial para avanzar hacia una economía más sostenible y equitativa.

En comparación, Zakaria et al. (2023) llevaron a cabo una investigación en una pequeña y mediana empresa de ensamblaje de componentes electrónicos, aplicando principios de lean manufacturing. El estudio utilizó un enfoque de caso práctico y la herramienta de simulación virtual Witness para identificar ineficiencias en la producción y evaluar el rendimiento de los trabajadores. Los resultados del estudio demostraron que la implementación de técnicas lean permitió eliminar estaciones de trabajo superfluas sin afectar negativamente la productividad; incrementar el rendimiento de la línea de producción; lograr una notable reducción de costos operativos. Además, la investigación destacó cómo la optimización en la distribución del personal y la mejora en el diseño del layout de la planta contribuyeron a aumentar la eficiencia operativa y la sostenibilidad del proceso. Estas conclusiones ofrecen alternativas viables para industrias que buscan optimizar su gestión de residuos y mejorar su eficiencia a largo plazo.

Por otro lado, Murugiah et al. (2010) documentan un enfoque para reducir las pérdidas scrap implementado la técnica de los 5 porqués. Los autores presentan un enfoque para identificar y corregir problemas que prácticamente elimina defectos trayendo consigo una reducción significativa del scrap generado. Este enfoque ha permitido a diversas empresas obtener beneficios significativos, incluyendo la reducción de costos de fabricación, disminución de tiempos de entrega, y mejora de la satisfacción laboral de los empleados. Estas mejoras resultan ser relevantes para la industria de dispositivos médicos, donde la eficiencia operativa y la minimización de desperdicios son esenciales para garantizar la sostenibilidad y la protección de la marca.

Siendo de mucho interés, Benavente y Hernández (2014) en su estudio, presentan una propuesta para mejorar la reducción de desperdicios en la línea de ensamblaje de filtros de sellado en Affinia Venezuela. Utilizando el método de ESIDE (Eliminación Sistemática del Desperdicio)

encontraron y clasificaron desperdicios en la fabricación mediante herramientas ingenieriles como el análisis de Pareto y la técnica de los 5 porqués. Se llevó a cabo una gran reducción de scrap tomando alrededor de 3 meses la recuperación del dinero gastado. Los resultados demuestran la eficacia de implementar propuestas de mejora en la eficiencia operativa, aspectos que son relevantes para el estudio de la destrucción de marca en la industria de dispositivos médicos.

1.4.2 Antecedentes nacionales

En contraste, a nivel nacional, Salas-Murillo (2022) realizó un estudio em Tico Electronics TPE S.A. con el fin de mejorar la eficiencia en la producción del estator 1213-1-095-05. La propuesta incluía la implementación de diferentes metodologías que resultaron en una reducción del tiempo de producción y del desperdicio en un 50%. Las mejoras permitieron eliminar costos de horas extra y alcanzar el objetivo de scrap del 1.45% que se tradujo en un ahorro de costos notable. Este estudio resalta la importancia de la organización y estandarización en la línea de producción.

Por otro lado, Navarro (2024) analiza la situación actual en la gestión de residuos en Costa Rica, aun siendo este país reconocido por su liderazgo ambiental. Entre los problemas, se destaca las diferencias regionales en las prácticas de manejo de residuos. El estudio señala que, Aunque en el país se han implementado iniciativas como la Estrategia Nacional de Economía Circular, se resaltan necesidades urgentes siendo de interés aquellas que permitan conciencia pública (modernización de infraestructura, uso de tecnologías avanzadas, campañas) y la optimización de sostenibilidad a largo plazo (alineando al sistema costarricense con estándares internacionales).

Ramírez (2011) presenta un estudio sobre la gestión de desechos en la industria de dispositivos médicos como alternativa tipo emprendimiento en la economía costarricense. Ante esto, se determinó que Costa Rica cuenta con la tecnología para gestionar desechos por medio de la recolección, selección y reciclaje de estos, además, la aparición de tecnología biodegradable para el control de la contaminación no amenaza un posible emprendimiento que vaya de la mano con la gestión de desechos. Por último, para complementar este estudio, se recomienda realizar un análisis de los distintos tipos de contaminación presentes en las empresas del sector de dispositivos médicos en Costa Rica puesto que permitiría definir de manera más precisa criterios y procedimientos necesarios para la correcta categorización y manejo de los desechos de productos de control de contaminación.

Por otro lado, el Gobierno de Costa Rica (2016) bajo su decreto N° 34482-S que trata sobre el reglamento para el registro, clasificación, importación, y control de equipo y material biomédico

establece lineamientos legales que rigen el control y materiales biomédicos del país convirtiéndose importante para este estudio. El reglamento asegura que los dispositivos médicos importados o fabricados en Costa Rica cumplan estándares de calidad y seguridad con la finalidad de proteger la salud. Lo destacable con esto es que este reglamento es fundamental para garantizar una correcta disposición de dispositivos médicos en Costa Rica, en función de evitar daños ambientales y proteger a la población del mal manejo que se les brinde.

Lo anterior se puede evidenciar con el estudio de Segura (2024) sobre la metodología para el desarrollo de dispositivos médicos en Costa Rica con el caso de fluxus mask ventilador no invasivo. Esta investigación se enfocó en la creación y producción del equipo de ventilación con la finalidad de obtener datos y hacer su registro como equipo y material biomédico. Los resultados mostraron una correlación positiva entre los valores configurados en el dispositivo y los suministrados al paciente, confirmando que los registros obtenidos cumplen con los requisitos necesarios para el uso clínico del equipo. De igual forma, lo destacable de la investigación es el registro del dispositivo bajo la normativa costarricense resaltando la importancia de la regulación y desarrollo de dispositivos médicos en el contexto nacional.

1.5 PROYECCIONES

1.5.1 Alcances

Se analizará el proceso de destrucción de marca y aspectos como los métodos de clasificación y gestión de residuos. El estudio se centrará en identificar y proponer mejoras en el proceso, con el objetivo de disminuir el desperdicio de materia prima. Los beneficios esperados incluyen:

1. Reducir el desperdicio de materia prima al mejorar el proceso de destrucción de marca que traería como consecuencia en un uso más eficiente de los recursos.
2. Mejora en la sostenibilidad implementando prácticas más sostenibles, además contribuirá a la imagen de la empresa como personaje responsable en la industria al alinearse con los Objetivos del Desarrollo Sostenible. Además, puede ayudar a cumplir con regulaciones ambientales y de sostenibilidad.
3. Al vender los materiales recuperables a una empresa de gestión de residuos reduciría los costos asociados al manejo de desechos.

1.5.2 Limitaciones

No se visualizan limitaciones significativas que impidan la realización de este proyecto.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

Seguidamente se detallan las herramientas y conceptos ingenieriles que se tomaron en cuenta para el desarrollo del presente estudio.

2.1.1. Metodología DMAIC

Forma parte del enfoque Seis Sigma, cuyo propósito es mejorar los procesos que agregan valor al cliente mediante el uso de métodos estadísticos para fundamentar decisiones basadas en datos. Este enfoque, además de aumentar la satisfacción del cliente, permite fortalecer la competitividad organizacional al optimizar procesos clave (Garza Ríos et al., 2016).

DMAIC se estructura en cinco etapas que permiten identificar, analizar y solucionar problemas en procesos productivos o de servicio. Cada etapa cuenta con objetivos específicos y herramientas particulares que facilitan su implementación:

- **Definir:** En esta fase se identifican los aspectos clave de la organización, se determinan las necesidades del cliente y se seleccionan los procesos críticos que requieren mejoras.

Herramientas utilizadas: Diagrama de Pareto, diagrama de flujo de proceso, histogramas, voz del cliente y lluvias de ideas.

- **Medir:** Se recopilan datos del proceso seleccionado para identificar las causas principales del problema y cuantificar su impacto.

Herramientas utilizadas: Análisis de capacidad de proceso, gráficos de control y diagramas de entrada-proceso-salida.

- **Analizar:** Los datos obtenidos se procesan para identificar las causas raíz del mal funcionamiento del proceso.

Herramientas utilizadas: Diagramas de causa-efecto, matrices de relación, análisis de correlación, regresión y análisis de varianza.

- **Mejorar:** En esta etapa se generan y prueban soluciones potenciales para resolver el problema, seleccionando las alternativas más viables.

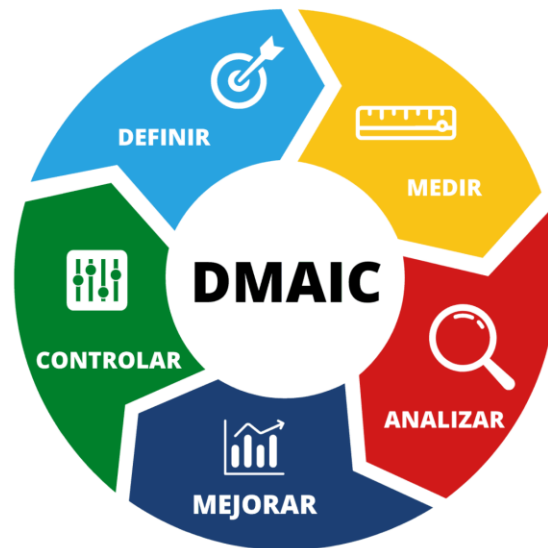
Herramientas utilizadas: Pruebas piloto y técnicas analíticas.

- **Controlar:** Se implementan planes de control que aseguren la sostenibilidad de las mejoras alcanzadas, monitoreando los resultados obtenidos.

- *Herramientas utilizadas:* Gráficos de control, planes de control y análisis de la capacidad del proceso.

La metodología DMAIC, al enfocarse en el análisis riguroso de datos y la implementación estructurada de mejoras, permite a las organizaciones lograr mayor eficiencia y control en sus procesos, contribuyendo a la reducción de desperdicios y costos.

Figura 2.1: Ejemplo de Metodología DIMAC








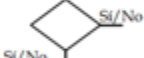



Fuente: Pérez Rocha,2022.

2.1.2 Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo, conocidos también como flujogramas, son representaciones visuales que describen las distintas operaciones que conforman un procedimiento o una parte de este, organizadas en orden cronológico. Estos diagramas emplean símbolos para identificar y representar cada operación según su tipo. Básicamente, los diagramas de flujo combinan gráficos y descripciones para mostrar, de forma secuencial, los pasos de un proceso, facilitando su interpretación. Su nombre se debe a que los símbolos se conectan mediante flechas que señalan la secuencia de las acciones, sirviendo como una representación simbólica de procesos administrativos (Ortega y Calderón, 2009).

Normalmente, se dibuja utilizando varios símbolos, cada uno de los cuales representa un paso diferente dentro de una secuencia o proceso. Para crear un diagrama de flujo solemos utilizar diversos elementos y formas, como: acciones, materiales, servicios, entradas y salidas. Si tienes que tomar una decisión y no estás seguro del proceso, su uso puede simplificar mucho la toma de decisiones.

Figura 2.2: Diagrama de flujo

Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Inicio / Fin	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.
	Operación / Actividad	Símbolo de proceso, representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.
	Documento	Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Datos	Indica la salida y entrada de datos.
	Almacenamiento / Archivo	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo.
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.
	Líneas de flujo	Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
	Conector	Conector dentro de página. Representa la continuidad del diagrama dentro de la misma página. Enlaza dos pasos no consecutivos en una misma página.
	Conector de página	Representa la continuidad del diagrama en otra página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente en la que continua el diagrama de flujo.

Fuente: Adaptado de Ortega y Calderón (2009).

2.1.3 Análisis FODA y Matriz FODA

El análisis FODA es una herramienta diseñada para conocer la situación real de una organización, empresa, o proyecto dentro del mercado. Consiste en realizar una lista con las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para facilitar la toma de decisiones a futuro.

- **Análisis interno**

Realizar el análisis interno es uno de los pasos más sencillos del análisis FODA, porque se basa en el conocimiento que tienes sobre tu empresa. Es decir, este paso depende de la honestidad y autocrítica de tu equipo de trabajo. En el análisis interno se identifican las fortalezas y debilidades de la empresa.

- **Fortalezas**

Se define cuáles son tus ventajas sobre otras empresas. O sea, los puntos positivos que ayudarán a alcanzar los objetivos a futuro.

- **Debilidades**

En este punto se toma nota de las desventajas de la empresa respecto a la competencia. Se debe analizar todos los factores que te pueden perjudicar en el mercado y para eso es fundamental ser autocrítico y honesto.

- **Análisis externo**

Se debe hacer un análisis de factores externos que permitan entender cómo encaja el negocio en el mercado. También te permitirá conocer qué tan favorable y atractiva es una industria para la empresa.

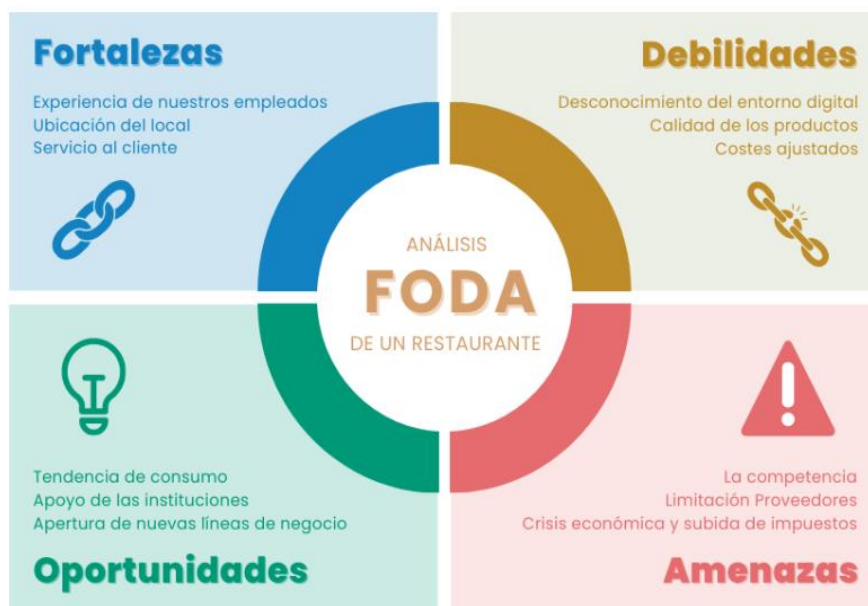
- **Oportunidades**

Para detectar las oportunidades se debe acompañar las tendencias, factores políticos y económicos, que pueda ayudar a tu empresa.

- **Amenazas**

Encontrar amenazas es un punto más simple, pero que requiere de mucha atención. Se debe estar pendiente de todos los factores que puedan amenazar la sobrevivencia de la empresa, pero que puedas contraatacar (Zendesk, 2023).

Figura 2.3: Ejemplo de Análisis FODA



Fuente: Ortega,2023.

Añadido a la matriz FODA se presenta la matriz FODA, esta es una herramienta de análisis estratégico que permite visualizar de manera estructurada las fortalezas, oportunidades, debilidades

y amenazas identificadas en un diagnóstico situacional. Su principal objetivo es facilitar la toma de decisiones mediante la combinación de los factores internos y externos que influyen en la organización o proyecto. En su estructura, la matriz se presenta en una tabla de cuatro cuadrantes, donde se ubican las fortalezas y debilidades en el eje horizontal, representando los factores internos, y las oportunidades y amenazas en el eje vertical, correspondientes a los factores externos. A partir de esta disposición, se pueden formular estrategias que maximicen las fortalezas y oportunidades, al tiempo que minimicen las debilidades y amenazas (Ponce, 2023).

Figura 2.4: Ejemplo de Matriz FODA

MATRIZ DOFA		
	Positivos	Negativos
Internos (factores de la empresa)	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Externos (factores del ambiente)	OPORTUNIDADES	AMENAZAS

Fuente: Degerencia.com (2018)

2.1.4 Diagrama de SIPOC

El diagrama SIPOC proporciona un panorama general de un proceso a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. Muestra cómo los participantes de un proceso reciben materiales o datos unos de otros y, a menudo, se utiliza para mejorar o comprender los procesos asociados con la experiencia del cliente.

Los diagramas SIPOC no están diseñados para proporcionar demasiados detalles, sino que brindan a las partes interesadas un mapa general de los procesos para ayudarlos a tomar decisiones y generar ideas de mejora. Por lo tanto, los diagramas SIPOC son solo una de las herramientas para la gestión de procesos de negocios (BPM), la cual implica investigar procesos, planificar cómo mejorarlos e implementar dichas mejoras. El acrónimo SIPOC proviene de estos cinco componentes:

- Proveedores (Suppliers): La fuente de las entradas del proceso
- Entradas (Inputs): Los recursos que necesitas para que el proceso funcione
- Proceso (Process): Los pasos generales que componen el proceso
- Salidas (Outputs): Los resultados del proceso
- Clientes (Customers): las personas que reciben los resultados o salidas, o se benefician del proceso (Caeleigh MacNeil. 2022).

Figura 2.5: Ejemplo de SIPOC



Fuente: Ortega, 2023.

2.1.5 Análisis de Stakeholders

Un análisis de stakeholders permite a las empresas entender la relación entre los defensores o detractores de los proyectos de innovación, reducir riesgos y gestionar una comunicación más eficaz con ambos grupos. Es una técnica empleada para identificar y comprender las necesidades, expectativas y reacciones de los principales grupos de interés alrededor de una iniciativa de cambio o innovación (Alzamora Ruiz, 2022).

Figura 2.6: Ejemplo de Análisis de Stakeholders



Fuente: Grandes Pymes, 2023.

2.1.6. Estudio de Trabajo, Métodos y Tiempos.

El estudio de trabajo es una herramienta ingenieril que evalúa de manera sistemática los métodos empleados en la realización de actividades, con el objetivo principal de optimizar los recursos disponibles y establecer estándares de desempeño. Su finalidad es incrementar la productividad de un sistema al identificar y corregir ineficiencias, convirtiéndolo en un elemento esencial dentro del campo de la ingeniería industrial (Salazar López, 2019).

En cualquier análisis orientado a mejorar la eficiencia de un sistema productivo, el tiempo desempeña un papel fundamental. Este tiempo puede dividirse en tres componentes principales:

- **Contenido básico del trabajo:** Es el tiempo mínimo teórico necesario para llevar a cabo una unidad de producción bajo condiciones ideales. Aunque alcanzar este nivel puede ser poco realista, el propósito del estudio de trabajo es aproximarse lo más posible a este tiempo.
- **Contenido adicional del trabajo:** Comprende dos tipos:
 - **Tipo A:** Derivado de ineficiencias en el diseño del producto o la utilización de materiales.
 - **Tipo B:** Provocado por métodos de manufactura o procesos operativos ineficientes.
- **Tiempo improductivo:** Representa el tiempo perdido por factores relacionados con el recurso humano.

El estudio de trabajo ofrece diversas ventajas que justifican su implementación. Entre ellas se destacan:

- a) Incrementar la productividad mediante metodologías de reorganización de tareas sin requerir grandes inversiones en infraestructura o equipo.
- b) Establecer un orden sistemático que fomenta la eficiencia en los procesos.
- c) Proporcionar un método preciso para determinar normas de rendimiento, esenciales para planificar, programar y controlar las operaciones.
- d) Promover la seguridad y la higiene en el entorno de trabajo.
- e) Ser una metodología universal, aplicable a cualquier tipo de organización, con un costo relativamente bajo y de fácil adopción.

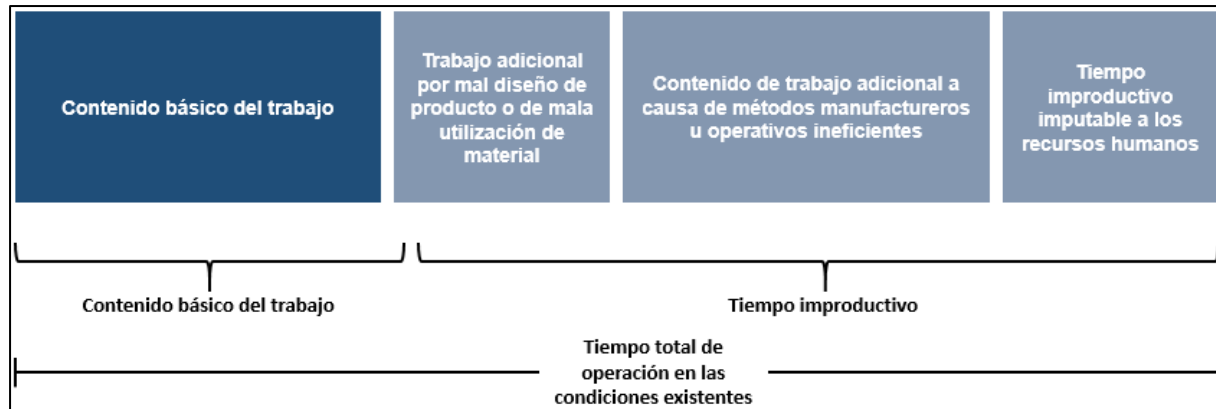
Procedimiento del estudio de trabajo

Para garantizar el éxito en su implementación, el estudio de trabajo sigue un procedimiento de ocho pasos básicos:

1. Seleccionar el proceso o tarea que será objeto de análisis.
2. Registrar todos los datos relevantes sobre el proceso, empleando técnicas adecuadas para facilitar su análisis.
3. Examinar de manera crítica los datos recopilados, cuestionando cada aspecto del proceso.
4. Diseñar el método más eficiente, considerando las aportaciones de supervisores, trabajadores y asesores.
5. Evaluar los resultados del nuevo método, comparando con los niveles de trabajo previos y estableciendo un tiempo estándar.
6. Definir y presentar el método optimizado y el tiempo correspondiente a todas las partes involucradas.
7. Implementar el nuevo método, asegurando la formación necesaria para los involucrados.
8. Controlar la aplicación del nuevo estándar, verificando los resultados frente a los objetivos iniciales.

Esta herramienta permite a las organizaciones mejorar continuamente sus procesos productivos, manteniendo estándares de calidad, seguridad y eficiencia.

Figura 2.7: Categorías de tiempo en el Estudio de Trabajo



Fuente: Ingenio Empresa (s.f.)

El estudio de métodos, por su parte, es una técnica analítica dentro del estudio de trabajo que se enfoca en la evaluación y mejora de la forma en que se realizan las actividades dentro de un sistema productivo. Su objetivo es desarrollar procedimientos más eficientes mediante la eliminación de movimientos innecesarios, la reducción de desperdicios y la optimización de recursos. Para ello, se analiza cada tarea en términos de sus componentes, buscando simplificar o reorganizar el flujo de trabajo sin comprometer la calidad del producto o servicio (Meyers y Stewart, 2020). El proceso del estudio de métodos incluye las siguientes etapas:

1. **Selección de la tarea o proceso:** Se elige la actividad a mejorar con base en su impacto en la productividad.
2. **Registro detallado de la actividad actual:** Se documenta cada paso utilizando diagramas de flujo, registros fotográficos o cronogramas.
3. **Análisis crítico del método actual:** Se identifican actividades redundantes o innecesarias.
4. **Desarrollo de un nuevo método:** Se diseña una alternativa más eficiente.
5. **Implementación y seguimiento:** Se introduce el nuevo método y se verifica su efectividad en términos de reducción de tiempos y costos.

Por otro lado, el estudio de tiempos es una técnica complementaria que mide la duración de cada actividad dentro de un proceso productivo con el fin de establecer estándares de rendimiento. Su finalidad es determinar cuánto tiempo debería tomar una tarea realizada bajo condiciones óptimas, considerando factores como el ritmo de trabajo normal, los tiempos de descanso y las tolerancias operativas (Niebel & Freivalds, 2018). El estudio de tiempos sigue los siguientes pasos:

1. **Definir la tarea a medir:** Se selecciona un proceso específico que requiera estandarización.

2. **Seleccionar al operario representativo:** Se escoge un trabajador con un desempeño normal.
3. **Registrar el tiempo de cada elemento de la tarea:** Se emplea un cronómetro para medir la duración de cada paso.
4. **Determinar el tiempo normalizado:** Se ajustan los tiempos observados considerando la eficiencia esperada.
5. **Calcular el tiempo estándar:** Se incorpora un margen por fatiga y contingencias.
6. **Validar y aplicar el estándar:** Se utiliza el tiempo determinado como referencia para la planificación y control de la producción.

Ambas herramientas son esenciales dentro del estudio de trabajo, ya que permiten identificar oportunidades de mejora, establecer estándares operativos y contribuir al incremento de la productividad en distintos entornos industriales.

2.1.7 Grafico de Barra

También llamados diagrama de barras, son una herramienta eficaz para representar variables categóricas de manera resumida (IBM, 2021). Estas variables pueden ser tanto cualitativas como cuantitativas. Los datos agrupados se representan mediante barras rectangulares paralelas, todas de igual ancho, pero de longitudes variables. Cada barra corresponde a un conjunto específico de datos, y su longitud refleja el valor representado. Estas barras están separadas entre sí y no se superponen.

Figura 2.8: Ejemplo de Grafico de Barra



Fuente: Miro (s.f.)

2.1.8 Lluvia de ideas

Conocida por su término en inglés brainstorming, es una técnica que te permite capturar opiniones o acciones positivas para lanzar un proyecto o para encontrar posibles soluciones a un problema.

Por eso la lluvia de ideas es una técnica que toma mucha relevancia cuando contamos con un equipo o personas que vemos pueden aportar desde distintos puntos de vista y expertiz. Sin embargo, como todo, tiene sus pros y sus contras que debes tener en cuenta antes de iniciar este ejercicio, así que vamos a conocerlos:

- **Pro**

Reúne a tu equipo o colaboradores de la empresa en un mismo objetivo y abre las puertas a la libertad de opinar y sugerir. Tienes altas probabilidades de descubrir habilidades de personas del equipo que desconocías. Elimina sesgos y abre puertas a nuevas perspectivas. Obtienes como dice la palabra, una lluvia de ideas, que puedes capturar en un corto tiempo.

- **Contras**

Si no tienes orden y método, se convierte en un ejercicio sin fin y seguramente desviado del foco principal. Dar el control a pocos participantes y omitir o eliminar la participación de otros, sesgara el camino (Sequeira, 2021).

Figura 2.9: Ejemplo de lluvia de ideas



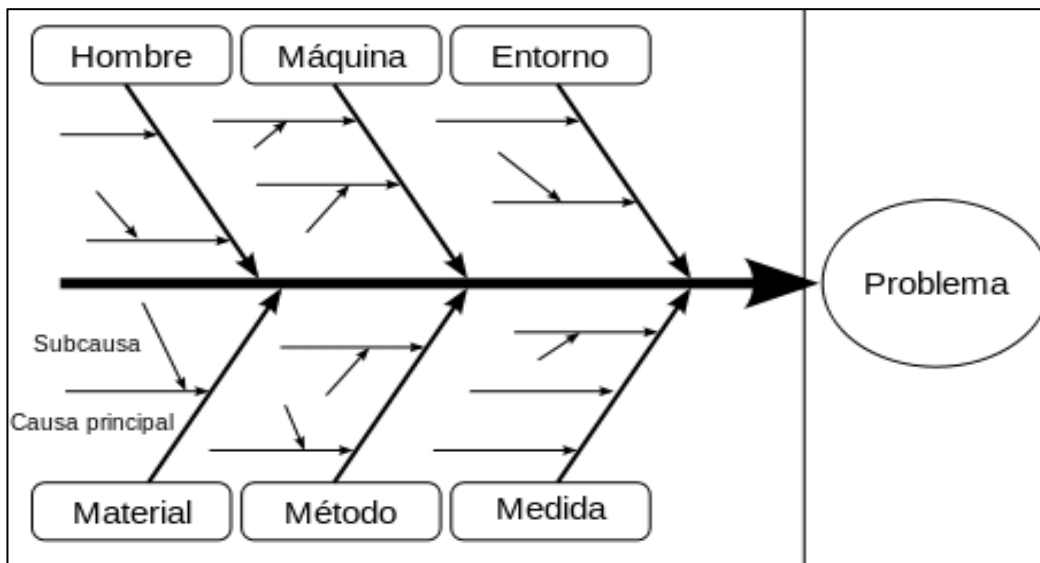
Fuente: Miro, 2023.

2.1.9 Diagrama de Ishikawa

Conocido también como diagrama de espina de pescado o de causa-efecto, es una herramienta visual ampliamente utilizada en el ámbito empresarial para identificar y analizar las causas principales de un problema y sus efectos. Según De Saeger (2018), este diagrama ofrece una representación gráfica clara de las relaciones entre las causas y efectos de un problema específico, organizando las diferentes causas de manera jerárquica. Su utilidad radica en su capacidad para identificar de forma sistemática posibles causas que podrían ser pasadas por alto, garantizando que se consideren todos los factores que influyen en el problema.

El autor destaca que una de las ventajas principales del diagrama de Ishikawa es su capacidad para proporcionar una comprensión integral del problema, al agrupar las causas en categorías lógicas. Esto facilita un análisis más eficiente y efectivo, especialmente en áreas como la gestión de proyectos, la gestión de riesgos y la mejora de la calidad. Al clasificar las causas en categorías como las 6M (Medio, Métodos, Material, Máquinas, Mano de obra y Materia), el diagrama no solo permite identificar causas primarias y secundarias, sino que también ayuda a resaltar áreas específicas que podrían requerir mayor atención. La figura 2.6 presenta una representación de este diagrama.

Figura 2.10: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa



Fuente: Tomado de De Saeger, A. (2018).

2.1.10 Multivoto

El método de multivoto es una técnica de toma de decisiones utilizada en la gestión de proyectos y en la mejora continua para priorizar opciones dentro de un grupo de trabajo. Su objetivo principal es facilitar la selección de las alternativas más relevantes cuando se dispone de múltiples opciones, asegurando la participación equitativa de los involucrados en el proceso. De acuerdo con Pyzdek y Keller (2018), esta herramienta permite reducir una lista extensa de ideas o problemas a un conjunto manejable mediante un proceso estructurado de votación.

Una de las principales ventajas del multivoto es su capacidad para fomentar el consenso dentro de un equipo, evitando sesgos individuales y asegurando que las decisiones reflejen la opinión colectiva. Además, permite agilizar la selección de prioridades sin la necesidad de largos debates, lo que lo convierte en una herramienta eficaz para sesiones de lluvia de ideas (que también fue una herramienta aplicada en el presente proyecto). El proceso generalmente implica la asignación de un número determinado de votos a cada participante, quienes distribuyen estos votos entre las opciones disponibles según su importancia percibida. Las opciones con mayor cantidad de votos son luego analizadas en mayor profundidad.

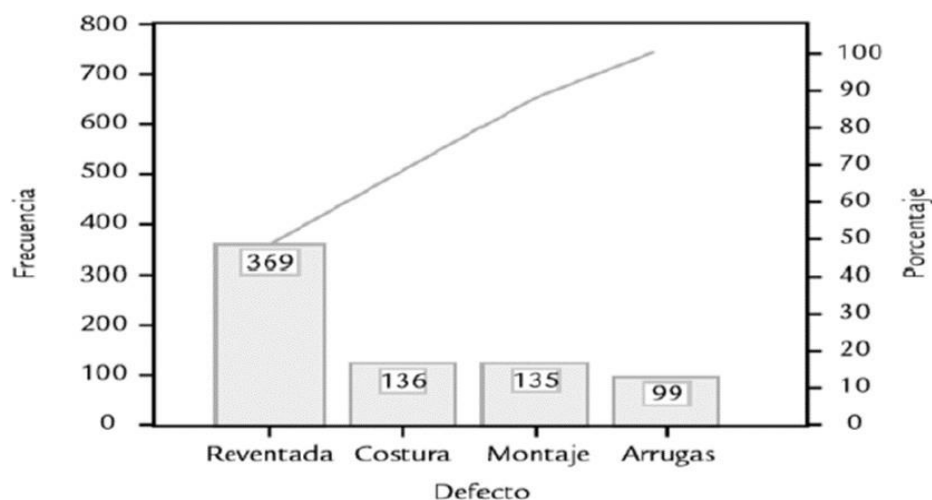
2.1.11 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta fundamental dentro de las técnicas básicas de control de calidad, que se emplea para identificar y priorizar los problemas o causas más

significativas en un proceso. Este diagrama se utiliza ampliamente en áreas como la gestión de calidad, el análisis de datos, la toma de decisiones y la resolución de problemas. La herramienta debe su nombre al economista italiano Vilfredo Pareto, quien observó que, en muchos casos, un pequeño porcentaje de causas (aproximadamente el 20%) es responsable de la mayor parte de los efectos o problemas (el 80%). Esta observación se conoce como la *Regla 80/20*, que establece que, dentro de un conjunto de causas, una pequeña parte suele ser responsable de la mayoría de los efectos, mientras que la mayoría de las causas tienen un impacto mínimo (García Martínez, 2023).

El diagrama de Pareto se emplea para clasificar y priorizar causas o problemas en un proceso, lo que permite enfocar los esfuerzos de mejora en las áreas más relevantes. A través de este análisis, se busca separar los pocos factores significativos de los muchos que tienen un impacto menor, facilitando la asignación eficiente de recursos en el proceso de mejora continua. Su implementación en un proyecto de mejora puede ser particularmente útil para estudiar las causas subyacentes de los problemas, analizar resultados previos y planificar acciones correctivas.

Figura 2.11: Representación Diagrama de Pareto



Fuente: García Martínez, 2023.


Entre los principales beneficios de utilizar el diagrama de Pareto, destacan su simplicidad y accesibilidad, lo que permite que cualquier miembro de un equipo de trabajo pueda comprenderlo fácilmente. Además, ayuda a ilustrar de manera visual y numérica las causas más relevantes, permitiendo a los grupos de trabajo concentrarse en los problemas críticos y desatender los aspectos menos significativos, que no contribuirían a una mejora sustancial en el proceso (García Martínez, 2023).

2.1.12 Análisis de Estándares Operativos (SOPs)

Los Estándares Operativos de Procedimiento (SOPs, por sus siglas en inglés) son documentos detallados que describen los pasos necesarios para ejecutar un proceso de manera uniforme y eficiente. Según Bicheno y Holweg (2016), los SOPs son herramientas fundamentales para garantizar la estandarización de tareas en organizaciones industriales, comerciales y de servicios, minimizando la variabilidad en la ejecución de procesos y asegurando el cumplimiento de normativas y regulaciones.

El análisis de SOPs permite evaluar la efectividad de los procedimientos establecidos, identificar posibles desviaciones y proponer mejoras para optimizar el rendimiento operativo. Este análisis es clave en la gestión de calidad, reducción de errores y capacitación del personal, ya que proporciona una guía clara para la ejecución de actividades críticas. En la Figura 2.9, se presenta una representación gráfica de un análisis de SOPs aplicado a procesos industriales.

Figura 2.12: Ejemplo de Análisis de SOPs



The image shows a checklist titled "DACS Checklist for Operational Audit Process" with the CORATI Electronics logo. The checklist is organized into a table with columns for the phase, the task, and a completion checkbox. The phases are color-coded: Plan (blue), Do (pink), Audit (orange), Check (teal), and Act (red).

Phase	Task	Completion
Plan	Select competent auditors	<input type="checkbox"/>
Plan	Screen auditees	<input type="checkbox"/>
Plan	Define audit plans and procedures	<input type="checkbox"/>
Plan	Define purpose and scope	<input type="checkbox"/>
Do	Reference documents	<input type="checkbox"/>
Do	Identify administrative and infrastructure support	<input type="checkbox"/>
Do	Collect information	<input type="checkbox"/>
Audit	Audit evidence	<input type="checkbox"/>
Check	Evaluate against criteria	<input type="checkbox"/>
Check	Audit findings	<input type="checkbox"/>
Check	Review findings	<input type="checkbox"/>
Act	Present report with conclusions and actionable insights	<input type="checkbox"/>
Act	Follow-up to answer questions and concerns	<input type="checkbox"/>
Act	Follow-up audit	<input type="checkbox"/>

Fuente: VENGAGE (2023).

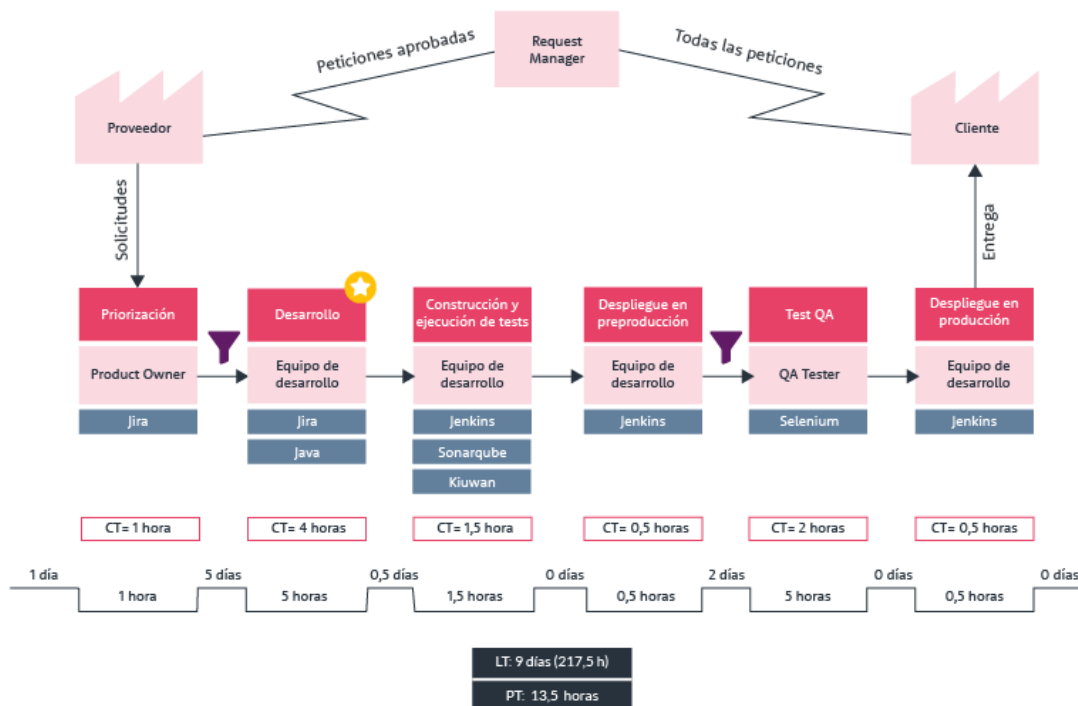
2.1.13 Value Stream Mapping (VSM)

El Value Stream Mapping (VSM), o Mapa de la Cadena de Valor, es una herramienta visual utilizada en la metodología Lean Manufacturing para analizar, diseñar y mejorar el flujo de

materiales e información dentro de un proceso productivo. Según Rother y Shook (2003), el VSM permite representar gráficamente el estado actual y futuro de un proceso, identificando actividades que agregan valor y eliminando aquellas que generan desperdicio. La representación gráfica facilita la comprensión del proceso global, permitiendo identificar cuellos de botella, duplicidades, demoras y oportunidades de mejora. Entre los beneficios clave del VSM se destacan:

- Identificación y eliminación de desperdicios en el flujo de trabajo.
- Mejora en la comunicación entre los distintos equipos de trabajo.
- Optimización del tiempo de ciclo y reducción de costos operativos.
- Alineación con principios Lean, promoviendo un enfoque de mejora continua.

Figura 2.13: Ejemplo de un VSM



Fuente: Sention (s.f.).

2.1.14 Diagrama de Gantt

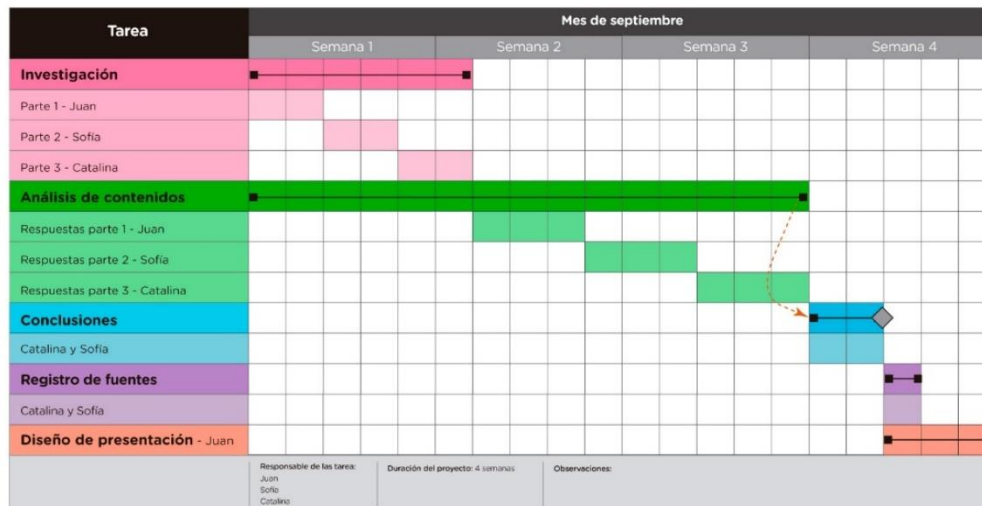
El Diagrama de Gantt es una herramienta de gestión de proyectos que permite representar gráficamente la planificación y seguimiento de tareas en función del tiempo. Según Gerald y Lechter (2012), este diagrama es una de las metodologías más utilizadas en la administración de proyectos debido a su simplicidad y efectividad para visualizar la duración y secuencia de

actividades. El diagrama consiste en un eje horizontal que representa el tiempo (días, semanas o meses) y un eje vertical donde se listan las actividades del proyecto. Cada tarea se representa con una barra horizontal cuya longitud indica su duración estimada. Además, se pueden incluir dependencias entre tareas, hitos clave y el porcentaje de avance de cada actividad. Entre los principales beneficios se encuentran:

- Claridad en la planificación y secuencia de tareas, facilitando la identificación de fechas críticas.
- Mejor gestión del tiempo y recursos, ayudando a evitar cuellos de botella en el proyecto.
- Seguimiento visual del progreso, lo que permite ajustes oportunos en caso de desviaciones.
- Facilidad de comunicación, al ofrecer una representación gráfica comprensible para todos los involucrados en el proyecto.

.Figura 2.14: Ejemplo de Diagrama de Gantt

Diagrama de Gantt
Ejemplo de diagrama de Gantt sobre un trabajo práctico final



Fuente: Concepto(s.f.)

2.1.15 Indicadores KPI (Key Performance Indicators)

Los Key Performance Indicators (KPIs) son métricas claves utilizadas para medir el rendimiento de procesos, proyectos o actividades dentro de una organización. Según Parmenter (2019), los KPIs permiten evaluar el cumplimiento de objetivos estratégicos y operativos mediante indicadores cuantificables, facilitando la toma de decisiones basada en datos.

Los KPIs se caracterizan por ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y temporales (SMART), lo que garantiza su efectividad en la evaluación del desempeño. Dependiendo del contexto, pueden clasificarse en:

- **KPIs estratégicos:** Miden el éxito de la organización a nivel global, como la rentabilidad o la cuota de mercado.
- **KPIs operativos:** Evalúan la eficiencia de procesos internos, como el tiempo de ciclo de producción o el nivel de desperdicio.
- **KPIs financieros:** Analizan aspectos económicos, como el retorno de inversión (ROI) o el margen de ganancia.
- **KPIs de calidad:** Relacionados con la satisfacción del cliente, defectos en productos o cumplimiento de estándares.

2.1.16 Mapa de Riesgos

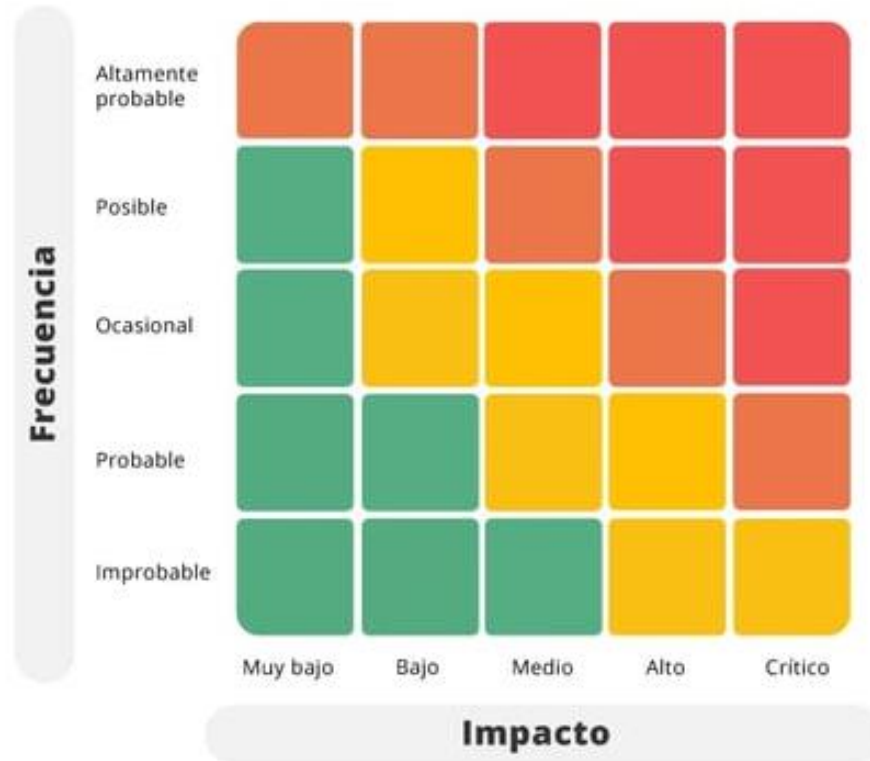
El Mapa de Riesgos es una herramienta visual utilizada en la gestión de riesgos para identificar, analizar y categorizar los peligros que pueden afectar un proceso, proyecto o actividad dentro de una organización. Según Hopkin (2018), esta herramienta permite evaluar la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y su impacto, facilitando la toma de decisiones preventivas y correctivas para mitigar sus efectos. El Mapa de Riesgos generalmente se representa mediante una matriz de colores, en la cual los riesgos se clasifican según su nivel de criticidad:

- **Bajo (Verde):** Riesgos con baja probabilidad e impacto menor, que requieren monitoreo básico.
- **Moderado (Amarillo):** Riesgos con impacto medio o probabilidad moderada, que requieren atención para evitar que escalen.
- **Alto (Naranja):** Riesgos significativos que requieren planes de mitigación y medidas de control.
- **Crítico (Rojo):** Riesgos con alto impacto y alta probabilidad, que necesitan intervención inmediata y estrategias de reducción.

Para cada riesgo identificado, se establecen acciones preventivas y medidas de contingencia, las cuales pueden incluir inspecciones periódicas, capacitación del personal y

optimización de protocolos operativos. La Figura 2.13 muestra un ejemplo de Mapa de Riesgos, donde se visualiza la clasificación de los riesgos en función de su impacto y probabilidad.

Figura 2.15: Ejemplo de Mapa de Riesgos



Fuente: Opirani. (2024).

2.1.18 Modelo ADKAR

El modelo ADKAR (Awareness, Desire, Knowledge, Ability, Reinforcement) es una metodología de gestión del cambio desarrollada por Jeff Hiatt en 2003, utilizada para facilitar la transición organizacional y reducir la resistencia al cambio. Según Hiatt (2006), ADKAR permite comprender y gestionar el cambio en cinco etapas secuenciales, garantizando que los individuos adopten nuevas prácticas de manera efectiva y sostenible.

La metodología se basa en la premisa de que el cambio organizacional ocurre cuando cada individuo adopta nuevas formas de trabajo. ADKAR es ampliamente aplicada en proyectos de mejora de procesos, implementación de nuevas tecnologías y reestructuración organizacional, proporcionando un marco estructurado para guiar a los colaboradores a través del cambio.

Los beneficios principales del modelo ADKAR radican en su enfoque estructurado y progresivo, lo que permite:

- Identificar y abordar la resistencia al cambio desde su origen.
- Asegurar que los colaboradores comprendan y acepten las modificaciones en el proceso.
- Facilitar la transición mediante la capacitación y el refuerzo de nuevas prácticas.
- Mejorar la sostenibilidad de los cambios al establecer mecanismos de seguimiento y mejora continua.

Las cinco fases del modelo ADKAR y su propósito se evidencian en la figura a continuación.

Figura 2.16 Modelo ADKAR



Fuente: Prosci (2024).

2.1.19 Análisis de Retorno de Inversión (ROI)

El Análisis de Retorno de Inversión (ROI, por sus siglas en inglés) es una métrica utilizada para evaluar la eficiencia y rentabilidad de una inversión, permitiendo determinar el beneficio obtenido en relación con los recursos empleados. Tradicionalmente, el ROI se ha empleado en el ámbito financiero para medir el rendimiento económico de una inversión en términos monetarios. Sin embargo, su aplicación no se limita exclusivamente a aspectos financieros, sino que también puede utilizarse para evaluar el impacto de inversiones en otros recursos, como el tiempo, esfuerzo o mejoras en procesos productivos (Hirschey, 2021). Matemáticamente, el ROI se expresa como una relación entre el beneficio neto obtenido y la inversión realizada, según la ecuación:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Inversión Inicial}} \times 100\%$$

En términos monetarios, esta fórmula permite analizar si una inversión generó ganancias suficientes para justificar su costo. Pero, cuando se aplica a la gestión del tiempo y la eficiencia operativa, el análisis del ROI se adapta para medir la mejora en productividad derivada de una optimización en procesos, reducción de tiempos de ejecución o implementación de nuevas metodologías de trabajo. En el contexto del análisis de tiempo invertido, el ROI se puede expresar como:

$$ROI = \frac{\text{Tiempo Ahorrado}}{\text{Tiempo Invertido}} \times 100\%$$

Este enfoque permite evaluar la eficacia de una estrategia en términos de reducción de esfuerzo y optimización de recursos humanos. Por ejemplo, en estudios de métodos y tiempos, el ROI se usa para medir el impacto de la implementación de nuevos procedimientos, donde un alto retorno indica que la inversión de tiempo inicial resultó en un ahorro significativo en la ejecución de tareas futuras.

El análisis del ROI, ya sea desde una perspectiva financiera o de tiempo, es una herramienta clave para la toma de decisiones estratégicas, ya que permite justificar cambios en los procesos, evaluar la viabilidad de proyectos y mejorar la asignación de recursos en cualquier tipo de organización.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Anton es una empresa dedicada a la manufactura de dispositivos médicos para el tratamiento de enfermedades femeninas. En su planta de producción en Costa Rica se dedica especialmente a soluciones para enfermedades ginecológicas y biopsias de mama, con tratamientos mínimamente invasivos.

2.2.1 Visión / Misión

Visión

" Ser un negocio de clase mundial que potencie el crecimiento sostenible de Anton"

Misión

"Ser líderes mundiales en la salud de la mujer."

2.2.2 Antecedentes históricos

Anton es una compañía que inició operaciones en el año 2002, en Costa Rica, específicamente en Cartago. Posteriormente, se trasladó a Heredia y en el 2008 se mudó a la Zona Franca Coyol, donde, hasta el día de hoy, tiene su planta de manufactura de dispositivos médicos. Entre la planta de manufactura y el Centro de Servicios Financieros se cuenta con más 1000 colaboradores en Costa Rica. Cabe destacar que el 62% de la fuerza laboral es femenina y la mitad de los puestos de dirección local, también es ocupada por mujeres.

Las instalaciones comprenden 295 m², de los 17.187 m² que abarca la compañía en la zona franca en la que se encuentra y contemplan espacios abiertos para el intercambio de conocimiento entre colaboradores, así como estaciones de trabajo ergonómicas y lo último en tecnología. Con esta expansión, se consolida la presencia en Costa Rica y su inversión extranjera directa para atraer más talento humano por parte de Anton. Cuenta con tres divisiones productos quirúrgicos para la salud ginecológica, diagnóstico, así como salud ósea y cuidado de los senos esta empresa destaca por su innovación en tecnología médica para mejorar la salud y el bienestar de las mujeres a través del diagnóstico y tratamiento temprano del cáncer de seno.

En el año 2022 el Instituto Shingo, un programa de la Escuela de Negocios Jon M. Huntsman de la Universidad Estatal de Utah, otorgó su máximo y más prestigioso honor, el Premio Shingo Oro a Anton Costa Rica, en su planta en Coyol de Alajuela y se convierte en la primera planta de manufactura en recibir este premio en Costa Rica. Anton obtuvo varios premios en el 2021 en la categoría de pequeñas/medianas empresas:

- **“Fabricante Líder del año 2021”** Se otorga a empresas de manufactura con logros significativos de manera reiterada en las diversas categorías de las premiaciones del Manufacturing Leadership Awards.
- **“Cadena de Abastecimiento”** Impactando vidas todos los días” busca la optimización de los procesos relacionados con la cadena de abastecimiento y la reducción significativa de costos tomando en cuenta las condiciones del mercado.
- **“Creación de un sistema de gestión de talento para empresa de dispositivos médicos 4.0 en Costa Rica”** Empresas que buscan crear y reforzar una cultura de compromiso y de bienestar para sus colaboradores.

2.2.3 Ubicación geográfica

Anton está ubicada en zona franca Coyol, en la provincia de Alajuela.

Figura 2.17: Mapa satelital de Anton

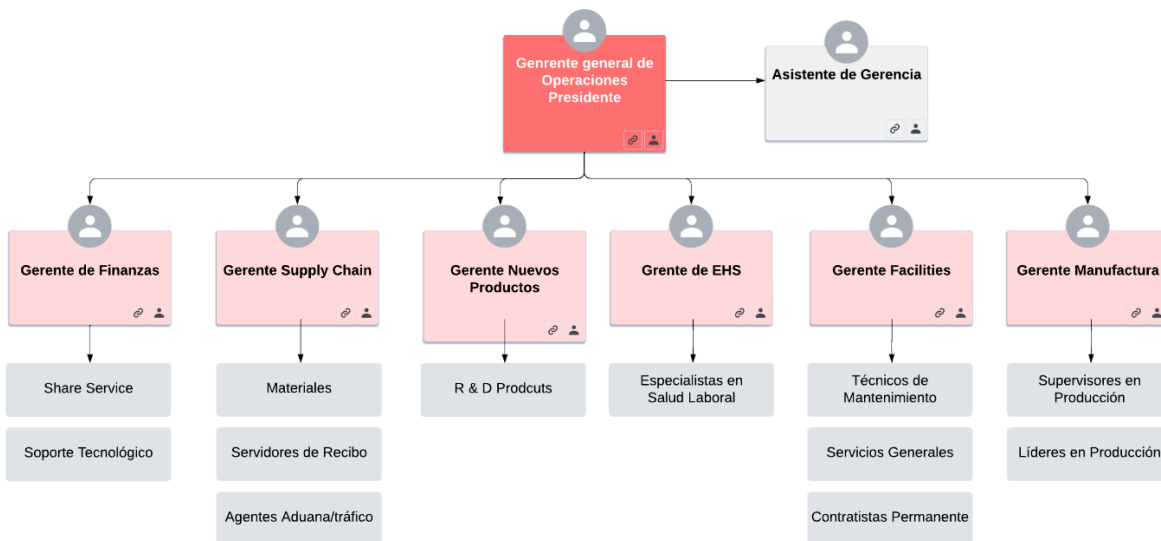


Fuente: Google Maps, 2024.

2.2.4 Estructura organizacional

El organigrama de la empresa se muestra a continuación:

Figura 2.18: Organigrama de Anton



Fuente: RR.HH. Anton, 2024.

2.2.5 Cantidad de empleados

La cantidad de empleados por área se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área.

Puesto o Área	Cantidad
Operaciones de producción	750
Administrativos	450
Total	1200

Fuente: RRHH Hologic SRL, 2024.

2.2.6 Tipos de productos

Pueden ser productos o servicios. Anton se especializa en la manufactura de dispositivos médicos diseñados para mejorar la calidad de vida de las mujeres, ofreciendo soluciones innovadoras que abarcan áreas principales como Productos quirúrgicos para la salud ginecológica, productos de diagnóstico y productos para la salud ósea y cuidado de los senos.

2.2.7 Mercado de exportación

El mercado de exportación de Anton abarca varios países entre ellos; EEUU (Wilmington, Delaware, Philadelphia, Pennsylvania, New York, New Jersey, Houston, Texas, San Diego, California), China, Japón, Australia, Inglaterra, Asia y Reino Unido.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

Anton es una empresa con un proceso productivo amplio en general se basa en el ingreso de la materia prima al área de recibo, posterior pasa todos los controles de calidad y es aprobado para su ingreso a los almacenes por número de lote y número de parte. Una vez se establecen estos procedimientos la materia prima estará lista para hacer su ingreso a los cuartos controlados de producción y empezar a producir.

2.2.8.1 Actividades que realiza la organización.

Anton es una empresa dedicada a la manufactura de dispositivos médicos para el tratamiento de enfermedades femeninas. En su planta de producción ubicada en Costa Rica se dedica específicamente a soluciones para enfermedades ginecológicas y biopsia de mama, con tratamientos mínimamente invasivos.

2.2.8.2 Materia Prima

El recibo de materia prima incluye la descarga de insumos necesarios para llevar a cabo la producción, comprende un área de trabajo donde se descargan los materiales, se registra e inspecciona, se etiqueta y se procede a colocar en tarimas que luego serán transportadas hacia el laboratorio de inspección de materia prima. En dicho laboratorio se inspecciona detalladamente el material entrante en busca de defectos, caducidad y otras características que no deben estar presentes en el mismo y se descarta aquel que incumpla con los requerimientos de calidad.

Seguidamente se procede a almacenar en racks el material organizadamente y según necesidades de carga y descarga. Luego, según los requerimientos de producción el material es alistado por lotes en un área contigua al almacén para ingresarlos al área de manufactura.

2.2.8.3 Manufactura de dispositivos médicos

En el área de manufactura se encuentra la mayor cantidad de personal elaborando los dispositivos médicos que luego serán empacados y almacenados en un almacén para finalmente ser despachados. En esta parte del proceso se ensamblan los materiales e insumos que llegan desde el área de almacén, para esto se emplean adhesivos y herramientas manuales. Se cuentan con estos tipos de unidades de manufactura:

- Preparación de subensambles.
- Ensamble de unidades con o sin condiciones de cuarto limpio.

2.2.8.3.1 Preparación de Subensambles

Los materiales llegan a este punto para ser transformados en las partes que se utilizarán en el ensamble de las unidades dentro de las áreas con o sin condiciones de cuarto limpio. En esta área se utiliza la mayor parte de equipo y máquinas que permiten labores automatizadas con la menor cantidad de intervención de personas, favoreciendo la reducción en la exposición a condiciones de riesgo por movimiento repetitivo.

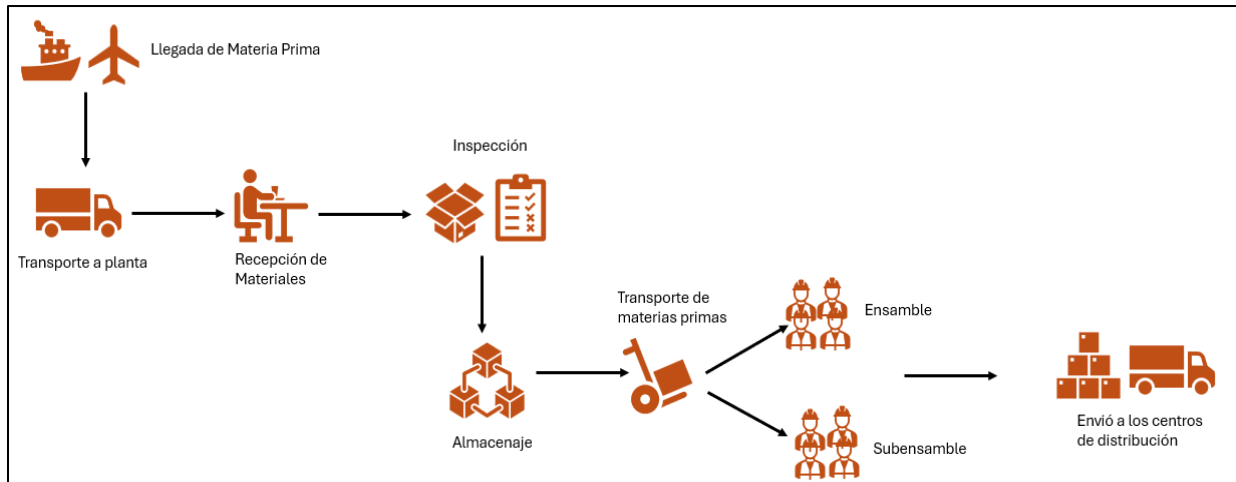
2.2.8.3.2 Ensamble de unidades con o sin condiciones de cuarto limpio.

Las áreas con o sin condiciones de cuarto limpio, reciben materiales de dos fuentes internas: subensambles o materia prima, al ingresar estos son ubicados en un área de distribución donde se organizan por tipo de línea productiva. Los materiales se unen de forma mecánica o química unos con otros hasta formar la unidad que se está creando.

2.2.8.4 Empaque

En forma manual cada una de las unidades se colocan en bandejas y cajas individuales, para luego incluirse en cajas de mayor tamaño, se ubican en tarimas para proceder a enviar a los centros de distribución. A continuación, se describe en forma general el proceso de manufactura de dispositivos médicos que se desarrolla en Anton.

Figura 2.19: Descripción general del proceso



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Para que este flujo de producción exista, se requiere una integración eficiente de las etapas de labores operativas y administrativas. Las labores operativas incluyen actividades como la recepción de materiales, inspección, almacenamiento, transporte, ensamble y empaque, las cuales son fundamentales para garantizar la calidad y trazabilidad de los dispositivos médicos producidos. Por otro lado, las labores administrativas juegan un papel importante en la planificación, coordinación y supervisión de estas actividades, asegurando que se cumplan los estándares de regulación internacional y que los recursos sean utilizados de manera eficiente.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

A través del análisis de las actividades actuales, se busca optimizar la eficiencia en la manufactura de dispositivos médicos, reduciendo desperdicios y mejorando la calidad del proceso. Este marco metodológico describe los procedimientos y técnicas utilizadas para alcanzar los objetivos del proyecto.

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de una investigación puede ser cualitativo, cuantitativo o mixto. El primero se orienta a comprender fenómenos a través de datos no numéricos, como entrevistas u observaciones. El segundo, por su parte, se centra en analizar datos numéricos para medir variables. La última combina ambos, integrando lo cualitativo y lo cuantitativo para obtener una comprensión más profunda siendo ideal para investigaciones que requieren explorar tanto aspectos descriptivos como patrones medibles (American International University, 2024).

El enfoque de esta investigación será mixto, ya que se analizarán tanto datos numéricos como elementos cualitativos del proceso de destrucción de marca en Anton. Desde la perspectiva cuantitativa, se estudiarán variables numéricas para identificar las principales fuentes de desperdicio y los factores que afectan la eficiencia operativa, utilizando métricas y herramientas ingenieriles para medir el impacto de las mejoras propuestas. Desde la perspectiva cualitativa, se emplearán observaciones directas y el análisis descriptivo de fichas técnicas y procesos que aportarán información contextual y técnica clave para comprender integralmente las dinámicas del proceso.

Este enfoque permitirá no solo evaluar objetivamente las mejoras propuestas a través del análisis de datos cuantificables, sino también enriquecer los hallazgos mediante la interpretación cualitativa del entorno operativo. Aunque no se implementarán las mejoras, se realizará un análisis teórico que considere costos, beneficios operativos y el impacto ambiental potencial de las propuestas, integrando ambas perspectivas para ofrecer recomendaciones fundamentadas.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de investigación para este proyecto se basa en la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), utilizada ampliamente en la mejora de procesos. Este enfoque estructurado permite identificar problemas, medir su impacto, analizar las causas, proponer mejoras y controlar su implementación. En ese sentido, las etapas de DMAIC se evidenciarán en:

- **Definir:** Identificar el problema central del desperdicio de materia prima en el proceso de destrucción de marca. Para esto, se debe establecer los objetivos del proyecto y delimitar el alcance del estudio para centrarse en las fuentes principales de desperdicio y los factores operativos involucrados.
- **Medir:** Recopilar datos cuantitativos sobre las fuentes de desperdicio y los indicadores clave de eficiencia operativa. Se utilizarán métricas específicas como la cantidad de materia prima desperdiciada y el tiempo de procesamiento, para entender la magnitud del problema.
- **Analizar:** Con los datos recopilados realizar un análisis de causa raíz utilizando herramientas como diagramas de Ishikawa y análisis de Pareto, para identificar los factores más críticos que contribuyen al desperdicio de materia prima y las ineficiencias en el proceso.
- **Mejorar:** Desarrollar propuestas de mejoras, como la optimización del proceso de destrucción de marca e implementación de prácticas más eficientes para el salvamento de materiales. Además de evaluar la viabilidad de aplicar metodologías ingenieriles como SMED o la distribución de planta para reducir los tiempos y desperdicios.
- **Controlar:** Diseñar un plan de seguimiento para asegurar que las mejoras propuestas sean sostenibles a largo plazo. Se implementarán controles y métricas para monitorear la reducción del desperdicio de materia prima y la eficiencia operativa, asegurando que las mejoras se mantengan estables y ajustadas según sea necesario.

La tabla 3.1 enlista las herramientas que se utilizarán para llevar a cabo cada una de las etapas del DMAIC.

Tabla 3.1: Metodología DMAIC para el presente proyecto

Etapa	Herramientas
Definir	Diagrama de Flujo, Análisis FODA Cruzado Diagrama SIPOC Matriz Stakeholder
Medir	Datos Históricos (Gráficos de Barra) Metodología de Estudio de Trabajo Estudio de Tiempos Estudio de Movimientos
Analizar	Lluvia de Ideas Diagrama de Ishikawa Multivoto Diagrama de Pareto

Mejorar	Análisis de Estándar Operativos (SOPs) Mapeo de la Cadena de Valor Propuesta de mejora
Controlar	Diagrama de Gantt Estrategia de Control Mapa de Riesgos Modelo ADKAR Análisis de Retorno de Inversión (ROI)

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

3.3.1. Fuentes Primarias

Se refieren a la información obtenida directamente del sujeto de estudio. En este proyecto, la información se recolectará a través de la observación directa del proceso de destrucción de marca de Anton. El objetivo es identificar las principales fuentes de desperdicio de materia prima y los factores que afectan la eficiencia operativa.

- **Observación:** De forma sistemática del proceso de destrucción de marca en las instalaciones de Anton. Se prestará especial atención a las áreas donde se generan desperdicios y se identificarán las causas subyacentes.
- **Revisión de documentación interna:** Se analizarán documentos y registros existentes relacionados con el proceso de destrucción de marca, tales como informes de producción, registros de desperdicio y manuales de operación, con el fin de comprender la situación actual y las prácticas implementadas.

3.3.2. Fuentes Secundarias

Comprenden información recopilada indirectamente. Para este estudio, se revisarán diversos documentos y recursos existentes que puedan aportar información valiosa sobre la reducción de desperdicio de materia prima y la mejora de la eficiencia operativa. Las fuentes secundarias incluirán:

- **Literatura académica:** Se llevará a cabo una revisión de artículos científicos y libros que aborden metodologías ingenieriles y técnicas de mejora continua aplicables a la reducción de desperdicio y la optimización de procesos.

- **Estudios de caso:** Se investigarán estudios de caso de empresas que hayan implementado con éxito mejoras en procesos similares de destrucción de marca o manejo de residuos, identificando prácticas y resultados que puedan ser aplicables a Anton.
- **Normativas y regulaciones:** Se consultarán normativas ambientales y regulaciones de gestión de residuos que sean relevantes para el proceso de destrucción de marca, asegurando que las propuestas de mejora cumplan con los estándares requeridos.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

Tabla 3.2: Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Evaluar el proceso actual de destrucción de marca en la línea Beluga de la empresa Anton, mediante un análisis de las etapas operativas.	Proceso actual	Secuencia de actividades realizadas en la destrucción de marca, con sus respectivas entradas y salidas.	Observación directa de las etapas del proceso y análisis de documentación técnica.	Diagrama de Flujo, Análisis FODA cruzado, Diagrama SIPOC, Matriz Stakeholder
Identificar las principales fuentes de desperdicio de materia prima con base en el proceso actual de destrucción de marca en la línea Beluga.	Fuentes de desperdicio	Puntos críticos en los que se generan pérdidas de materia prima durante el proceso operativo.	Identificación y clasificación de los desperdicios en cada etapa mediante observación directa y análisis de registros.	Datos Históricos (Gráficos de Barra) Metodología de Estudio de Trabajo Estudio de Tiempos Estudio de Movimientos
Analizar las causas raíz más críticas que generan ineficiencia en el proceso, mediante una exploración contextual y estructurada.	Causas raíz	Factores subyacentes que originan las ineficiencias en las operaciones del proceso.	Aplicación de la metodología DIMAC, incluyendo herramientas como el diagrama de Ishikawa y análisis de Pareto.	Lluvia de Ideas Diagrama de Ishikawa Multivoto Pareto Diagrama de Gantt Estrategia de control Mapa de riesgos.

<p>Diseñar propuestas de mejora para el proceso de destrucción de marca, enfatizando el salvamento de materiales recuperables, beneficios operativos, y el impacto ambiental asociado.</p>	<p>Mejoras propuestas</p>	<p>Cambios técnicos y operativos sugeridos para optimizar el proceso, reduciendo el desperdicio y mejorando la sostenibilidad.</p>	<p>Desarrollo de propuestas basadas en los resultados del análisis y evaluación de factibilidad técnica y económica.</p>	<p>Análisis de Estándar Operativos (SOPs) Mapeo de la Cadena de Valor Propuestas de mejora ADKAR ROI</p>
---	---------------------------	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.5 INSTRUMENTOS

En este estudio se emplearán diversos instrumentos para la recolección de datos y análisis del proceso de destrucción de marca en Anton. Cada uno de estos instrumentos está diseñado para proporcionar información detallada sobre los aspectos clave del proceso, desde la observación directa en el lugar de trabajo hasta el análisis de datos históricos y técnicos.

1.5.1 Observación Directa

Es uno de los métodos más fundamentales para el análisis de procesos industriales. Este instrumento permitirá monitorear el proceso de destrucción de marca en tiempo real, lo que facilitará la identificación de las principales fuentes de desperdicio y los factores que afectan la eficiencia operativa. La observación directa ha sido ampliamente utilizada en estudios industriales debido a su capacidad para proporcionar una visión clara y sin sesgos del proceso observado. Según Medina y Bustamante (2023) la observación es una técnica de recolección de datos comúnmente empleada en estudios sociales, psicológicos, antropológicos y diversas otras disciplinas. Esta metodología permite a los investigadores examinar comportamientos, actitudes y sucesos dentro de un contexto natural o controlado.

1.5.2 Artículos Científicos y Libros (Revisión de la Literatura)

La revisión de artículos científicos y libros es un instrumento que se utilizará para fundamentar las decisiones metodológicas del estudio y colocar los hallazgos dentro de un marco teórico más amplio. Los artículos revisados proporcionarán antecedentes de investigaciones previas en áreas relacionadas, y los libros ofrecerán un marco teórico para comprender las mejores prácticas y las metodologías aplicables. Sabatés y Roca (2020) señalan que la revisión de literatura: “es una fase imprescindible en cualquier trabajo de investigación, puesto que nos ayuda a situar la investigación y a sustentarla teórica y conceptualmente a partir de lo que otros investigadores e investigadoras han escrito previamente sobre la temática” (p. 3).

3.5.3. Registros Históricos de Producción

El análisis de registros históricos es otro instrumento clave para este estudio. Se utilizarán bases de datos y registros de producción existentes, particularmente los archivos Excel con las unidades de scrap por mes y otros indicadores clave. Estos registros permitirán observar las tendencias históricas del desperdicio de materia prima y evaluar cómo ha evolucionado el proceso de

destrucción de marca en el tiempo. El Instituto Shingo (s.f.) insiste en que la comprensión del proceso fuera lo suficientemente detallada para que, al introducir un cambio, se pudieran anticipar las mejoras, tal como lo respaldan los datos.

3.5.4. Fichas Técnicas de Productos y Procesos

Serán utilizadas para evaluar las características y especificaciones de los materiales involucrados en el proceso de destrucción de marca. Estas fichas contienen información detallada sobre los insumos, lo que permitirá detectar oportunidades para mejorar la gestión de los materiales y optimizar la eficiencia del proceso.

En conjunto, los instrumentos seleccionados proporcionan una base sólida para realizar un análisis exhaustivo del proceso de destrucción de marca en Anton. Cada herramienta contribuye con una perspectiva única que, al integrarse, permitirá identificar oportunidades de mejora basadas en datos concretos y observaciones fundamentadas.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El proyecto se desarrolla en el contexto de una planta industrial dedicada a la fabricación y comercialización de dispositivos médicos, específicamente se desenvuelve en el proceso de destrucción de marca de la línea Beluga en la planta de producción de la empresa Anton.

Esta línea fue seleccionada como objeto de estudio debido a que presenta el indicador de rechazo más alto dentro de la planta, lo que refleja un elevado volumen de dispositivos que no cumplen con los estándares requeridos para su distribución. Como resultado, la línea Beluga genera una gran cantidad de scrap, lo que impacta directamente en los costos operativos y en la eficiencia general del proceso productivo. En este capítulo, siguiendo la metodología DMAIC, se llevarán a cabo las etapas de definir, medir y analizar, utilizando diversas herramientas de selección que facilitarán el diagnóstico y evaluación de la situación actual de la organización.

4.1 DEFINIR

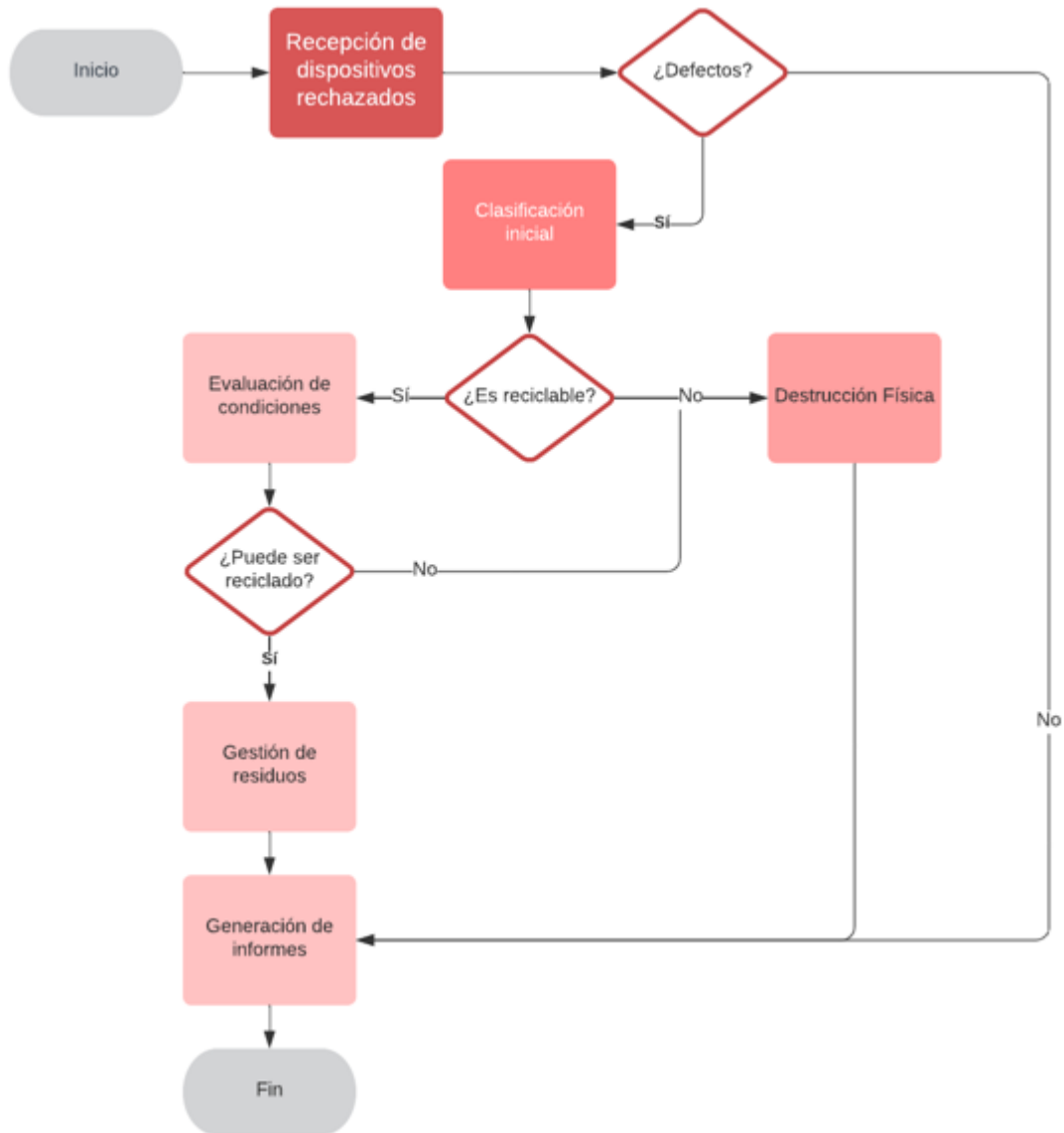
El proceso de destrucción de marca en la línea Beluga de la planta Anton enfrenta desafíos a causa de su alto porcentaje de rechazo, que la posiciona como la línea con mayor volumen de scrap en la planta. Los dispositivos producidos en esta línea presentan una tasa de defectos que excede el estándar permitido, principalmente debido a errores en las etapas de producción, problemas en el ensamblaje de piezas y fallas recurrentes en las pruebas de calidad. Esta situación no solo incrementa los costos operativos por la gestión del scrap, sino que también genera impactos negativos en la rentabilidad de la empresa y su reputación frente a clientes y reguladores.

En esta fase, mediante el uso de herramientas de ingeniería previamente seleccionadas, se busca analizar la situación actual de la organización, delimitar el problema y concretar el objetivo del proyecto.

4.1.1. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una herramienta gráfica que representa las etapas de un proceso de manera secuencial y detallada. Su uso en este proyecto tiene como objetivo identificar cuellos de botella, redundancias y puntos de mejora en el proceso de destrucción de marca de la línea Beluga. Además, ayuda a visualizar de forma clara las interacciones entre las diferentes áreas y recursos involucrados, facilitando un análisis más exhaustivo y orientado a la optimización.

Figura 4.1: Diagrama de flujo de áreas y recursos involucrados



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El diagrama de flujo se diseñó siguiendo el esquema actual del proceso de destrucción de marca en la línea Beluga. Se identificaron las siguientes etapas principales:

1. **Recepción de dispositivos rechazados:** Se verifican contra un listado de defectos comunes registrados previamente.
2. **Clasificación inicial:** Separación de los dispositivos por tipo y grado de defecto (leve, severo, crítico).

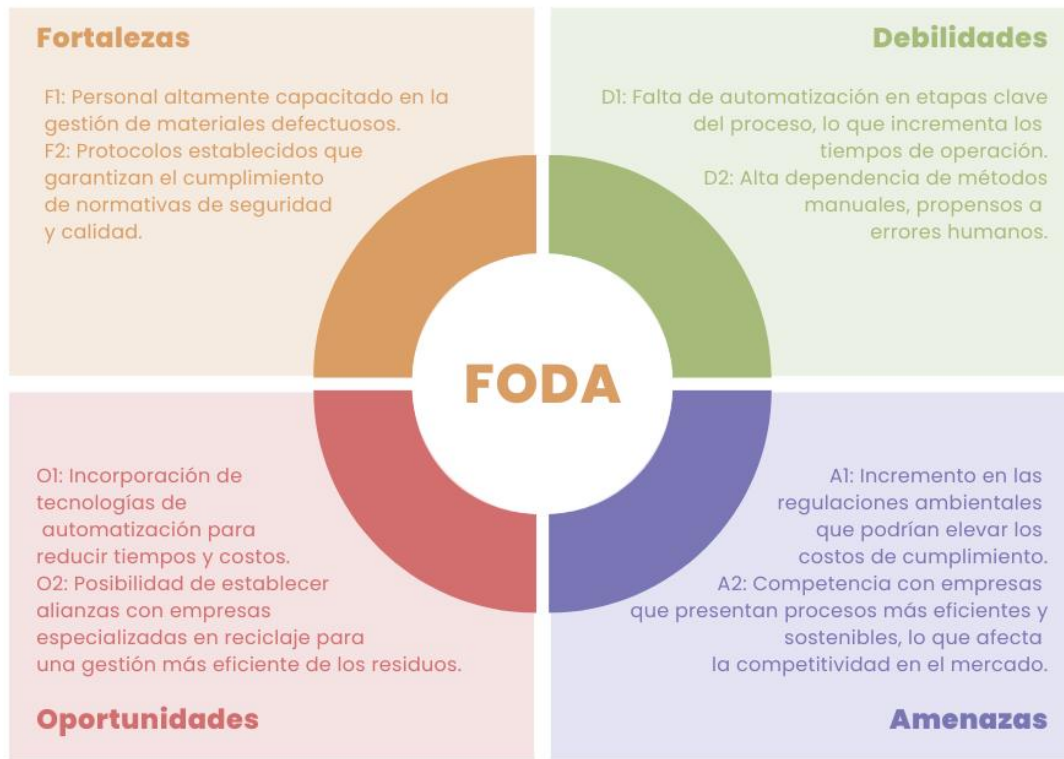
3. **Evaluación de condiciones:** Identificación de piezas o componentes que pueden ser reutilizados o reciclados.
4. **Destrucción física:** Aplicación de técnicas mecánicas (trituration) o manuales (desmontaje) para garantizar la inutilización del producto.
5. **Gestión de residuos:** Materiales clasificados para reciclaje o disposición final según las normativas vigentes.
6. **Generación de informes:** Registro de los dispositivos destruidos y los costos asociados para análisis financiero.

El análisis del diagrama de flujo reveló que las principales áreas de mejora se encuentran en la etapa de evaluación de condiciones, donde el tiempo promedio de procesamiento es excesivo, y en la etapa final, donde la acumulación de residuos representa un riesgo logístico. Estas observaciones guiarán la optimización futura del proceso

4.1.2. Análisis FODA

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) es una herramienta estratégica que permite realizar un diagnóstico integral de los factores internos y externos que influyen en el desempeño del proceso. En el contexto de la línea Beluga, su implementación busca identificar las capacidades que pueden potenciarse y los riesgos que deben gestionarse para reducir el scrap y mejorar la eficiencia operativa.

Figura 4.2: Análisis FODA de Anton (Proceso de Destrucción)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El análisis FODA permite reconocer las oportunidades de mejora más prometedoras, como la incorporación de tecnologías de automatización y la colaboración con terceros. Además, destacó las amenazas externas que requieren atención inmediata para evitar impactos negativos en el desempeño y la reputación de la empresa. La tabla 4.1 muestra una breve descripción de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas analizadas para el presente proyecto.

Tabla 4.1 Descripción FODA

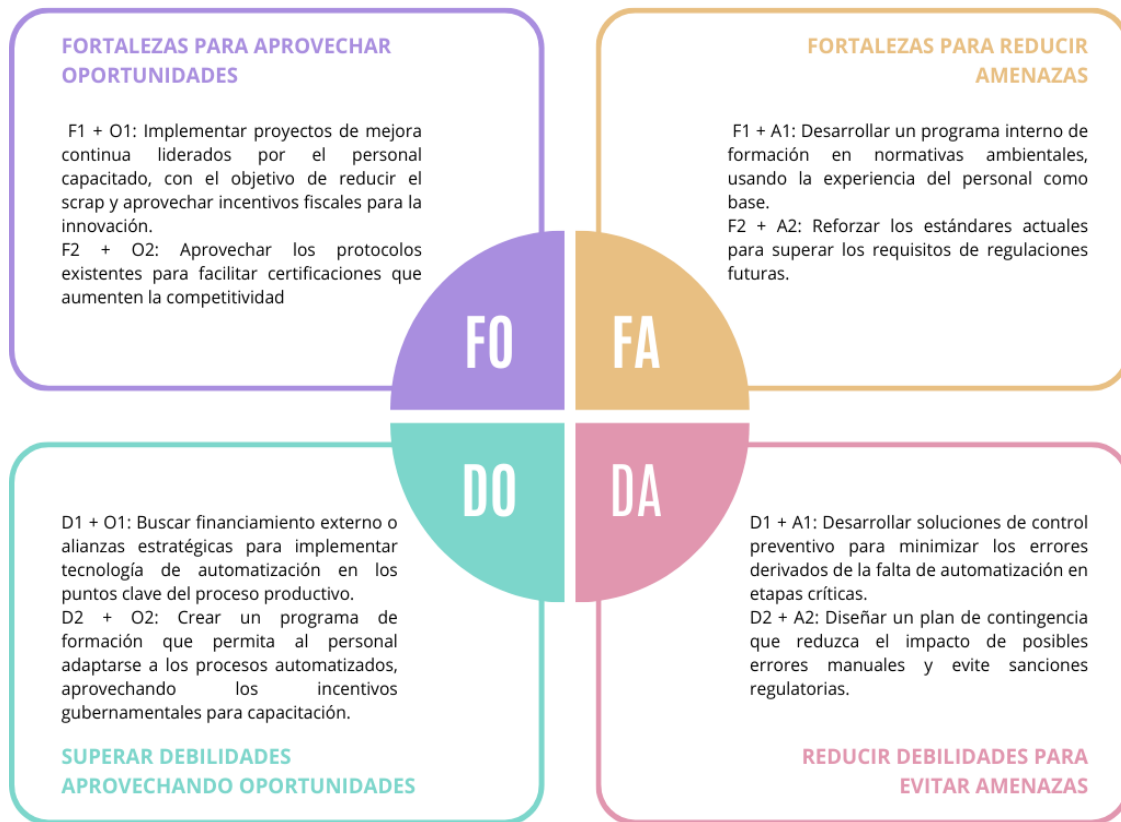
Categoría	Elemento	Descripción
Fortalezas	F1	Personal altamente capacitado en la gestión de materiales defectuosos, asegurando una correcta identificación y manejo que reduce errores y aumenta la eficiencia.
	F2	Protocolos establecidos que garantizan el cumplimiento de normativas de seguridad y calidad, protegiendo a la empresa frente a sanciones y reforzando la confianza.

Oportunidades	O1	Incorporación de tecnologías de automatización para reducir tiempos, costos y errores, mejorando la competitividad del proceso.
	O2	Posibilidad de establecer alianzas con empresas especializadas en reciclaje, mejorando la eficiencia en la gestión de residuos y el cumplimiento ambiental.
Debilidades	D1	Falta de automatización en etapas clave del proceso, lo que incrementa los tiempos de operación y limita la capacidad de producción.
	D2	Alta dependencia de métodos manuales, propensos a errores humanos, afectando la calidad, y/o los costos operativos.
Amenazas	A1	Incremento en las regulaciones ambientales, que podría requerir inversiones adicionales en tecnología e infraestructura, elevando los costos de cumplimiento.
	A2	Competencia con empresas más eficientes y sostenibles, lo que impacta la competitividad y obliga a innovar constantemente para mantener la posición en el mercado.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Por otro lado, la figura 4.3 presenta la estructura y el análisis FODA cruzado que permitirá correlacionar los elementos identificados (fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas) y analizar cómo las fortalezas pueden aprovecharse para explotar oportunidades o mitigar amenazas, así como cómo superar las debilidades para maximizar las oportunidades o minimizar los riesgos.

Figura 4.3: Matriz FODA Cruzada del Caso de la Línea Beluga



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La Matriz FODA cruzado realizado para la línea Beluga de la planta Anton permite identificar un panorama claro de la situación actual, evidenciando tanto las fortalezas internas como los desafíos externos que afectan el desempeño del proceso de destrucción de marca. Este enfoque estratégico facilita la definición de acciones concretas orientadas a aprovechar las oportunidades, mitigar las amenazas, superar las debilidades y potenciar las fortalezas. A continuación, se presentan las estrategias desarrolladas a partir del análisis, categorizadas según su orientación:

- **Estrategias Ofensivas**

Aprovechando las fortalezas internas, como el personal capacitado y los protocolos de calidad existentes, es posible implementar tecnologías avanzadas que optimicen el proceso de producción y reduzcan significativamente el scrap. Estas acciones permitirán no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también posicionar a la empresa como un referente en la adopción de prácticas innovadoras en la industria de dispositivos médicos.

- **Estrategias Defensivas**

Para enfrentar los desafíos regulatorios y externos, es fundamental fortalecer la capacitación del personal en normativas emergentes y mantener una mejora continua en los estándares de calidad. Estas estrategias defensivas minimizarán riesgos legales, protegerán la reputación de la empresa y garantizarán la sostenibilidad operativa frente a un entorno cambiante.

- **Estrategias Adaptativas**

Superar las debilidades internas, como la falta de automatización y la alta dependencia de métodos manuales, requiere la creación de alianzas estratégicas con proveedores tecnológicos y organismos de financiamiento. Además, es esencial implementar programas de formación para el personal, de manera que puedan adaptarse rápidamente a los nuevos sistemas automatizados y mantener la continuidad del proceso.

- **Estrategias de Supervivencia**

Para reducir las vulnerabilidades frente a factores externos, como cambios regulatorios o fluctuaciones del mercado, se recomienda implementar controles automatizados y auditorías internas que disminuyan la dependencia de los métodos manuales. Estas acciones permitirán mantener una operación estable y resiliente, incluso en escenarios adversos.

En el marco del análisis FODA realizado para el proceso de destrucción de marca de la línea Beluga, se han identificado dos estrategias clave que mejor se adaptan a los objetivos de optimización y mejora del proceso.

- a) **Estrategia Ofensiva:** Implementar tecnologías avanzadas para automatizar etapas críticas del proceso, aprovechando la capacitación del personal y los protocolos de calidad, lo que permitirá reducir tiempos de operación y minimizar el scrap, mejorando la eficiencia y competitividad.
- b) **Estrategia Defensiva:** Fortalecer la capacitación en normativas emergentes y mejorar los estándares de calidad para garantizar el cumplimiento de regulaciones, evitando sanciones y protegiendo la reputación de la empresa.

Estas dos estrategias son clave para potenciar el proceso de destrucción de marca, alineándose con los objetivos de mejorar la eficiencia operativa.

4.1.3. Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes) es una herramienta que detalla las relaciones clave en un proceso, permitiendo comprender los elementos esenciales que lo integran. En este proyecto, se utilizó para mapear las interacciones entre los actores involucrados en el proceso de destrucción de marca, lo que facilita la identificación de dependencias críticas y áreas de mejora.

Figura 4.4: Diagrama SIPOC para la línea de Beluga



Fuente: Elaboración Propia, 2025.

A continuación, se explica cada uno de los elementos del diagrama:

1. Proveedores:

- **Área de calidad:** Proporciona los dispositivos rechazados que no cumplen con los estándares de calidad. Estos dispositivos son el inicio del proceso de destrucción.
- **Gestión de residuos:** Se encarga de proporcionar los materiales de embalaje necesarios para el manejo adecuado de los dispositivos defectuosos durante el proceso de destrucción.
- **Equipo de producción:** Suministra los manuales de operación, que guían la ejecución de cada etapa del proceso de destrucción de marca.

2. Entradas:

- **Dispositivos rechazados:** Son los productos defectuosos que no cumplen con los estándares y deben ser destruidos.

- **Material de embalaje:** Incluye los materiales necesarios para envolver y proteger los dispositivos durante su manipulación y transporte.
- **Manuales de operación:** Documentos que contienen las instrucciones necesarias para llevar a cabo cada etapa del proceso de destrucción de forma adecuada y conforme a las normativas.

3. Procesos:

- **Clasificación inicial:** En esta etapa, los dispositivos rechazados se clasifican según su tipo y grado de defecto, lo que facilita el manejo adecuado y la asignación de tratamientos específicos.
- **Evaluación de condiciones:** En esta fase, se evalúa si alguna de las piezas o componentes de los dispositivos puede ser reciclada o reutilizada, contribuyendo a la reducción de residuos y costos.
- **Destrucción física de dispositivos:** Esta etapa implica la destrucción mecánica o manual de los dispositivos, asegurando que no puedan ser reutilizados.

4. Salidas:

- **Dispositivos clasificados:** Son los dispositivos organizados según su tipo y grado de daño, listos para su destrucción o disposición final.
- **Materiales reciclables:** Son las partes de los dispositivos que pueden ser recicladas, contribuyendo a un manejo más sostenible de los residuos.
- **Informes de cumplimiento:** Se generan informes que garantizan que el proceso de destrucción cumple con las normativas legales y los estándares internos de calidad.

5. Clientes:

- **Reguladores ambientales:** Son los encargados de verificar que el proceso de destrucción cumpla con las normativas ambientales, asegurando que no se liberen residuos peligrosos ni se violen las leyes ambientales.
- **Empresas de reciclaje:** Se encargan de recibir y procesar los materiales reciclables generados durante el proceso de destrucción de marca.
- **Gerencia de la planta:** Recibe los informes de cumplimiento que validan que el proceso se ha llevado a cabo según las normativas y los estándares de calidad de la planta.

Este diagrama ilustra el flujo de entradas y salidas del proceso, proporcionando una visión integral que identifica cómo cada etapa contribuye al resultado final. El diagrama SIPOC ayudó a identificar la necesidad de optimizar las interacciones con proveedores y clientes clave, como el área de calidad y las empresas de reciclaje, para mejorar la eficiencia general y reducir costos asociados al scrap.

4.1.4. Matriz de Stakeholders

La matriz de stakeholders es una herramienta esencial para identificar, clasificar y priorizar a las partes interesadas en un proyecto, analizando su nivel de influencia y su interés en los resultados. En este caso, la matriz se desarrolló para el proceso de destrucción de marca de la línea Beluga, con el fin de gestionar eficazmente las expectativas y asegurar el éxito de la implementación de mejoras en el proceso. Primeramente, se identificaron los Stakeholders durante el proceso de destrucción.

1. **Gerencia de planta:** Tiene una alta influencia sobre las decisiones del proceso, ya que su apoyo es crucial para la asignación de recursos y la aprobación de los cambios propuestos. Su interés también es elevado, dado que las mejoras impactan directamente en la eficiencia operativa y en la competitividad de la planta.
2. **Reguladores ambientales:** Aunque su nivel de influencia es medio, su interés es alto debido a que su papel es garantizar que el proceso cumpla con las normativas ambientales. Su intervención es clave para evitar sanciones y asegurar el cumplimiento de los estándares legales.
3. **Área de calidad:** El área de calidad posee una alta influencia en cuanto a la verificación de estándares, pero su interés es moderado, dado que su enfoque principal es la calidad de los productos y no el proceso de destrucción de marca en sí. No obstante, su participación es fundamental en la mejora de los protocolos y la minimización de defectos.
4. **Empresas de reciclaje:** Tienen una influencia media sobre el proceso, pues están involucradas en la disposición de los materiales reciclables generados. Su interés es también medio, ya que buscan optimizar sus propios procesos y generar valor a partir de los materiales reciclados, pero no están directamente involucrados en la mejora del proceso de destrucción.

La siguiente tabla presenta la matriz de stakeholders, la cual clasifica a los actores en función de su influencia y su nivel de interés en el proyecto:

Tabla 4.2: Stakeholder para línea Beluga

Stakeholders	Influencia	Interés	Estrategia de Gestión
Gerencia de planta	Alta	Alta	Mantener informados y alineados con las propuestas
Reguladores ambientales	Media	Alta	Garantizar el cumplimiento de normativas
Área de calidad	Alta	Media	Involucrarlos en el rediseño del proceso
Empresas de reciclaje	Media	Media	Establecer acuerdos para disposición eficiente

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Respecto a la estrategia de gestión para las partes partes interesadas, se destaca lo siguiente.

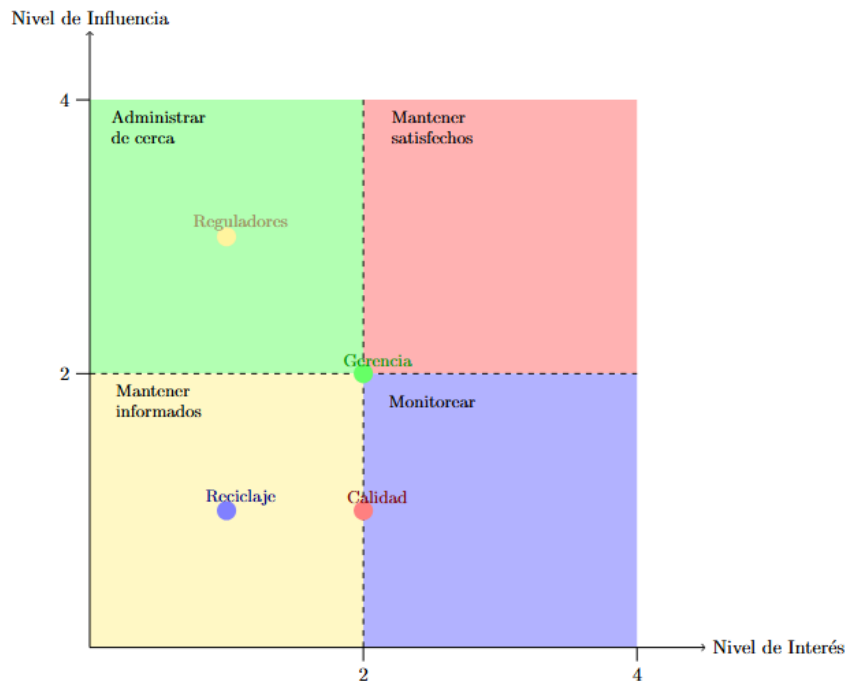
1. **Gerencia de planta:** Dado su alto nivel de influencia e interés, se deben mantener informados de manera continua sobre los avances del proyecto y alinearlos con las decisiones estratégicas para garantizar su apoyo y evitar posibles bloqueos. Además, es esencial involucrar a la gerencia en la toma de decisiones clave para asegurar la asignación de recursos necesarios.
2. **Reguladores ambientales:** A pesar de su influencia media, los reguladores tienen un interés significativo en el cumplimiento de las normativas. Se debe trabajar estrechamente con ellos para asegurar que el proceso cumpla con los requisitos legales y evitar sanciones. Esta relación debe ser gestionada de manera proactiva, manteniéndolos informados y asegurando que sus expectativas se alineen con los objetivos del proyecto.
3. **Área de calidad:** La alta influencia de esta área implica que es esencial involucrarla en el proceso de rediseño y mejora. Aunque su interés es medio, la colaboración con el área de calidad asegurará que el proceso de destrucción no afecte la calidad de los productos y cumpla con los estándares requeridos.
4. **Empresas de reciclaje:** Si bien su influencia e interés son medios, las empresas de reciclaje deben ser gestionadas mediante acuerdos claros sobre la disposición eficiente de los materiales reciclables. Esto garantizará que el proceso sea sostenible y rentable a largo plazo.

A continuación, se presenta el gráfico que ilustra la clasificación de los stakeholders en función de su influencia (eje vertical) y su interés (eje horizontal) con la siguiente distribución:

- **Administrar de cerca:** Alta influencia, alto interés.
- **Mantener satisfechos:** Alta influencia, bajo interés.
- **Mantener informados:** Baja influencia, alto interés.
- **Monitorear:** Baja influencia, bajo interés.

Este gráfico proporciona una representación visual clara que facilita la toma de decisiones estratégicas.

Figura 4.5: Gráfico Matriz Stakeholder



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Este análisis y la matriz de stakeholders ayudan a priorizar los esfuerzos de comunicación y colaboración, asegurando que los actores clave estén alineados con los objetivos del proyecto y que se aborden adecuadamente sus expectativas. Las estrategias de gestión permitirán maximizar la eficiencia del proceso de destrucción de marca y garantizar que todas las partes interesadas estén comprometidas con los resultados esperados.

4.2 MEDIR

En esta etapa, el objetivo principal es recopilar y analizar información relevante sobre el proceso de desensamble de dispositivos de la línea Beluga, con el fin de identificar las causas principales de la generación de scrap, su impacto económico y operatividad general. Este análisis

servirá como base para diseñar estrategias de mejora que optimicen los procesos actuales y reduzcan el desperdicio generado. Para ello, se llevará a cabo un estudio detallado sobre las especificaciones de la línea, los datos generales de producción y el comportamiento histórico del scrap generado.

4.2.1. Especificaciones de la Línea Beluga

Beluga es un sistema mediante un dispositivo de biopsia de mama, diseñado tanto para sistemas en posición prona como vertical, ofrece múltiples opciones de dispositivos de confianza en todo el mundo en casi 3.000 centros y en más de 2,4 millones de biopsias realizadas con el. Este dispositivo de biopsia de mama Beluga se está convirtiendo rápidamente en el dispositivo de elección para los médicos que realizan procedimientos estereotácticos o de tomosíntesis mamaria. Los médicos han descubierto que el tiempo total del procedimiento con el sistema de biopsia de mama Beluga se reduce considerablemente, en gran parte debido a que: la adquisición total de tejido suele durar 30 segundos, La recogida de núcleos en una cámara remota es protegida y además el marcaje integrado del lugar de la biopsia

Para la línea Beluga se especializa el desensamble del dispositivo con el objetivo de maximizar la recuperación de piezas reciclables y minimizar los materiales coprocesables. El proceso de desensamble está diseñado para separar cuidadosamente los componentes de los dispositivos en dos categorías principales: materiales recuperables/no recuperables y materiales coprocesables. El dispositivo cuenta con 12 piezas (ver anexo 1) que para obtenerlas se deben seguir los pasos especificados en la tabla

Tabla 4.2 Pasos de destrucción del dispositivo Beluga

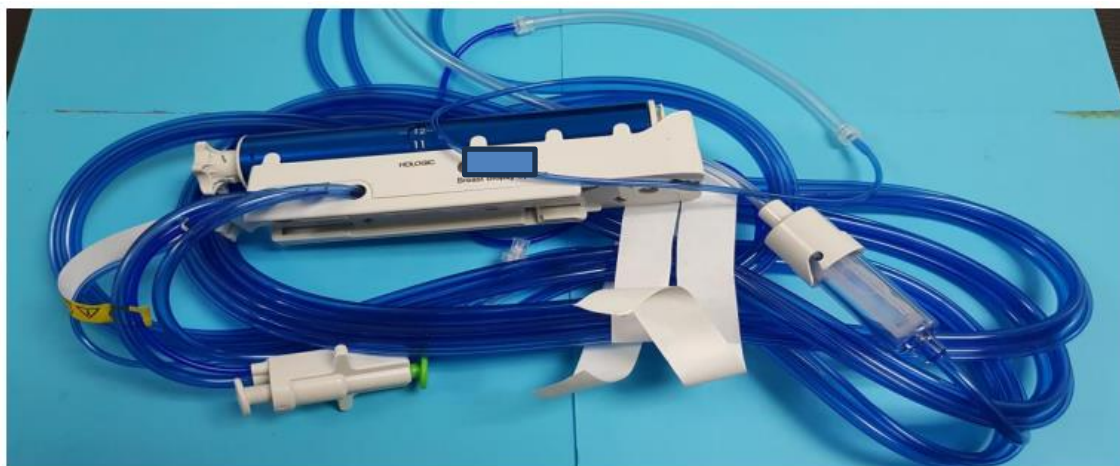
Número	Operación	Herramienta
1	Cortar para obtener Pieza 1	Tijera
2	Cortar para obtener Pieza 2	Tijera
3	Cortar para obtener Pieza 3	Tijera
4	Cortar para obtener Pieza 4	Tijera
5	Cortar para obtener la unión de Pieza 5, Pieza 6 y Pieza 7.	Tijera
6	Cortar para obtener Pieza 8	Tijera

7	Cortar para obtener la unión de Pieza 9 y Pieza 10.	Tijera
8	Sacar Pieza 10 de Pieza 9.	Manual
9	Cortar para obtener Pieza 11.	Tijera
10	Cortar para obtener Pieza 12.	Tijera
11	Sacar Pieza 5 de Pieza 6 y Pieza 7.	Destornillador
12	Separar Pieza 6 y Pieza 7	Punzón

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La Figura 4.6 muestra el dispositivo Beluga completamente ensamblado, evidenciando el resultado final del proceso de manufactura. Esto permite comprender su estructura final.

Figura 4.6 Dispositivo Beluga ensamblado.



Fuente: Anton,2024.

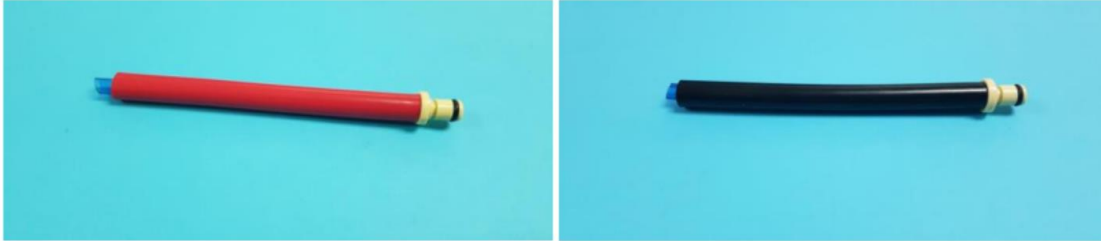
Por otro lado, las Figuras 4.7 y 4.8 ilustran la propuesta de desensamble del dispositivo que incluye la identificación de componentes clave y la secuencia lógica para su desmontaje. Estas figuras no solo apoyan la comprensión visual del desensamble, sino que también destacan oportunidades para el reciclaje de materiales, la reutilización de componentes y la minimización de residuos.

Figura 4.7 Desensamble dispositivo Beluga Piezas 1-8



Pieza 1

Pieza 2



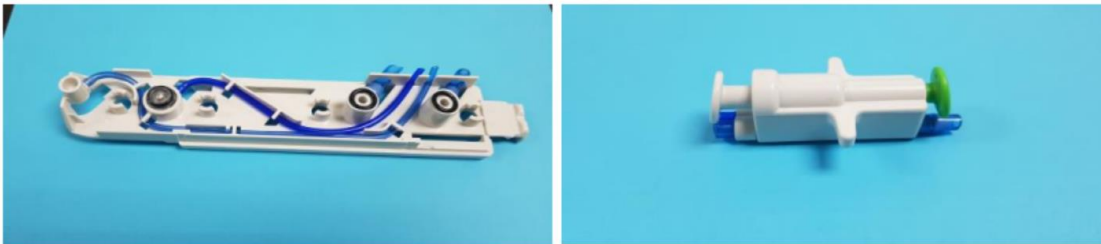
Pieza 3

Pieza 4



Pieza 5

Pieza 6

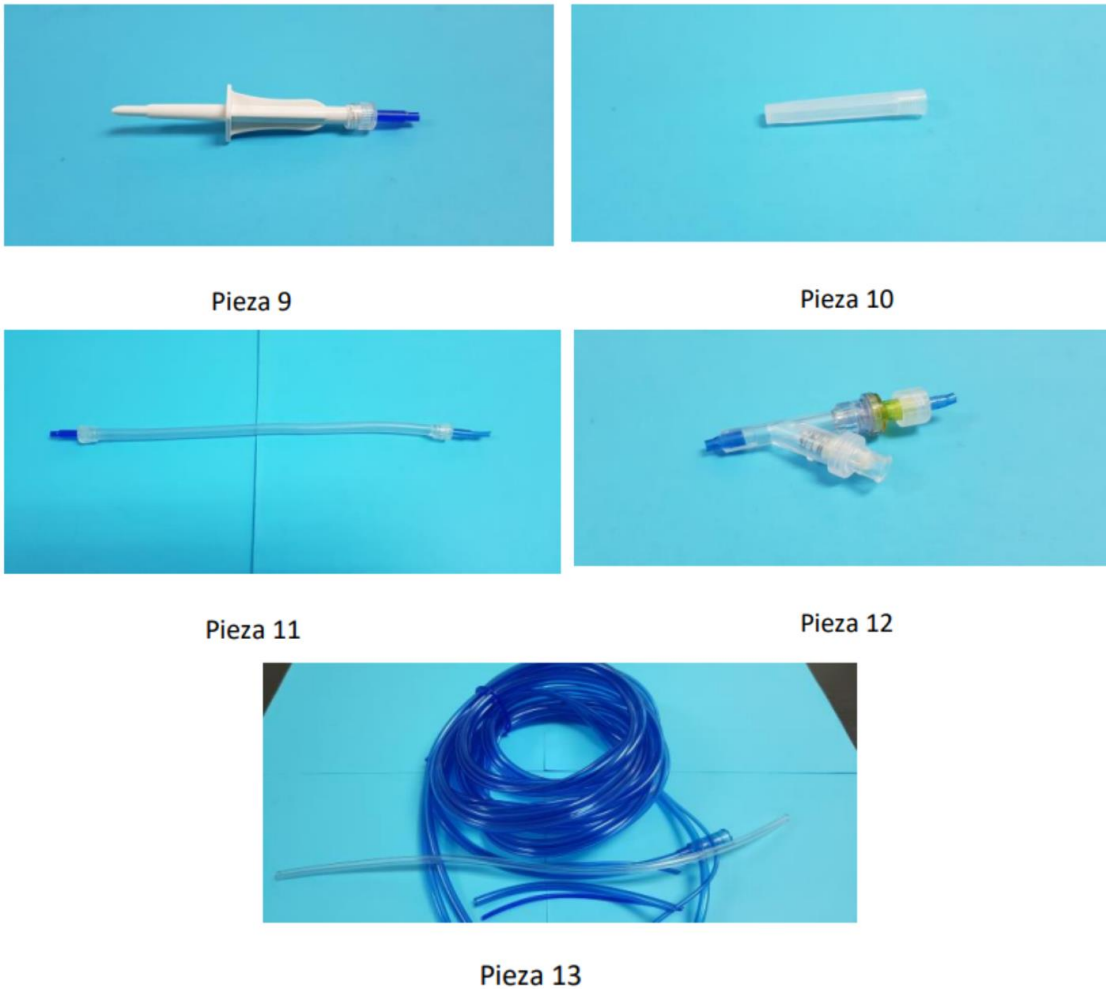


Pieza 7

Pieza 8

Fuente: Anton,2024.

Figura 4.8 Desensamble dispositivo Beluga Piezas 9-13



Fuente: Anton, 2024.

4.2.2. Datos Generales de Beluga

El proceso de destrucción de la línea Beluga bajo la dependencia de herramientas manuales y la ausencia de tecnologías avanzadas generan ineficiencias que afectan la productividad y la calidad del proceso. Actualmente, los dispositivos se procesan en lotes, aunque no se dispone de un registro específico sobre el tamaño promedio de cada lote. Esto limita la capacidad para evaluar de manera precisa la eficiencia del proceso y planificar estrategias de mejora basadas en datos concretos. Además, el tiempo requerido para procesar cada dispositivo varía en función de la complejidad del desensamble, lo que sugiere la necesidad de realizar un análisis de tiempos y movimientos que permita identificar cuellos de botella y etapas específicas que generen mayor volumen de scrap.

En cuanto a los materiales procesados, se destacan tres categorías principales: plásticos HDPE, PVC Flexible y materiales coprocesables. Estos últimos constituyen la mayor proporción del scrap generado, lo que subraya la importancia de optimizar las etapas del proceso que contribuyen a su producción.

De acuerdo con la ficha técnica del proceso (ver anexo 1), aproximadamente el 75.53% de las piezas recuperadas son reciclables, mientras que el 24.77% corresponde a materiales coprocesables. Este equilibrio cercano entre ambas categorías sugiere que existe un potencial significativo para optimizar el proceso y reducir la proporción de materiales coprocesables, que actualmente representan un costo adicional sin retorno económico directo.

El impacto económico del proceso también es relevante. Cada dispositivo procesado genera una utilidad neta promedio de \$0.18, con un costo de recuperación asociado de \$0.03 por dispositivo. Este análisis evidencia que incluso pequeñas reducciones en el volumen de materiales coprocesables podrían traducirse en incrementos significativos en la utilidad por dispositivo. Además, se identificó que el método actual de desensamble, basado en herramientas manuales como tijeras, destornilladores y punzones, podría ser una de las causas de la alta generación de coprocesables debido a limitaciones en la precisión y consistencia del proceso.

Una de las oportunidades de mejora radica en implementar controles más rigurosos sobre la calidad del material entrante, así como en explorar la posibilidad de introducir tecnologías automatizadas o semiautomatizadas para el desensamble. Estas medidas podrían aumentar la proporción de materiales reciclables y mejorar la sostenibilidad general del proceso.

4.2.3. Históricos de Scrap

El análisis histórico del scrap generado en todas las líneas de producción permite obtener una visión más amplia de las tendencias generales en el desperdicio de materiales, identificando patrones que afectan tanto a nivel global. La tabla presentada a continuación muestra los volúmenes de scrap generados (en kg) por cada dispositivo durante el periodo comprendido entre octubre de 2023 y agosto de 2024.

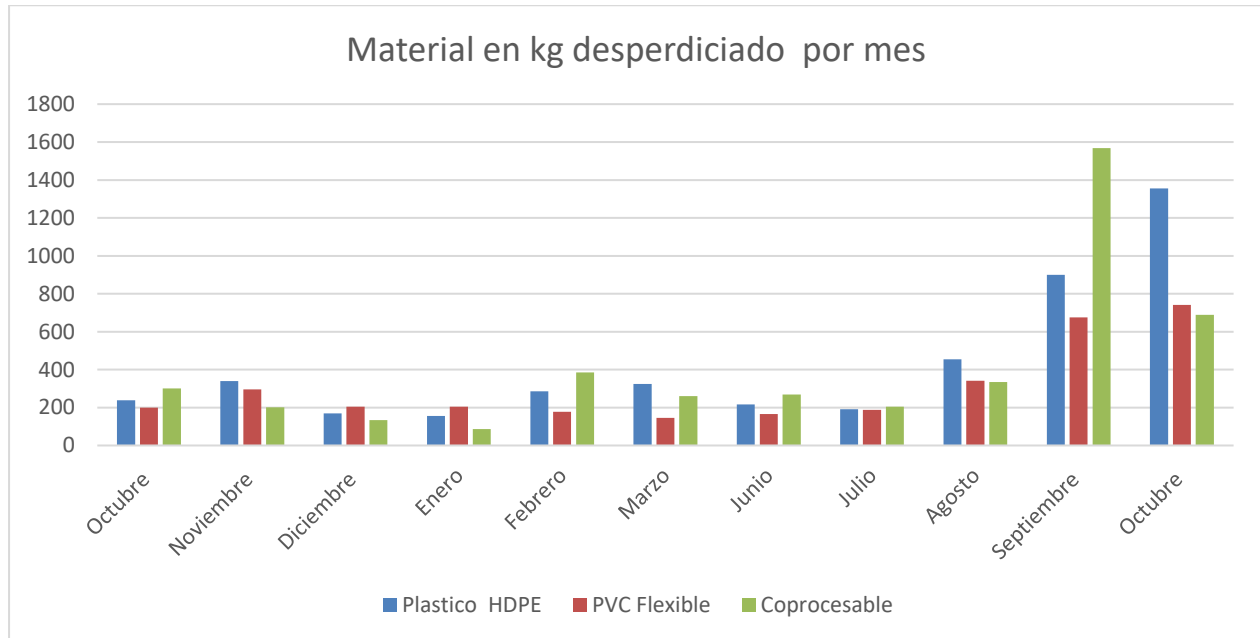
Tabla 4.3 Scrap generado por cada dispositivo

Mes	Disp. 1	Disp. 2	Disp. 3	Disp. 5	Beluga	Disp. 6	Disp. 7	Disp. 8	Disp. 9	Disp. 10
Octubre 23	289	3264	565	737	739	716	453	405	111	102
Noviembre 23	212	1171	506	221	836	214	219	190	202	148
Diciembre 23	225	465	1180	182	507	346	172	275	70	200
Enero 24	108	2136	566	48	447	178	40	230	105	125
Febrero 24	260	680	628	528	848	255	240	600	180	210
Marzo 24	231	655	710	483	732	232	262	585	215	322
Abril 24	236	705	663	415	649	255	234	561	225	323
Mayo 24	229	621	583	522	584	310	229	646	210	377
Junio 24	522	582	280	591	1132	519	367	407	513	25
Julio 24	657	467	272	469	3143	328	91	252	177	56
Agosto 24	514	290	372	146	2785	172	116	234	145	236
Total	3483	11036	6325	4342	12402	3525	2423	4385	2153	2124

Fuente: Anton, 2024.

La línea Beluga revela tendencias y patrones críticos que permiten identificar periodos de mayor desperdicio y comprender las posibles causas subyacentes. Los datos recopilados durante un periodo anual (octubre 2023 – octubre 2024) muestran que línea se destaca principalmente en los meses de julio (3,143 kg) y agosto (2,785 kg)., alcanzando un volumen máximo de 12402 kg en el periodo comprendido. La ilustración muestra un gráfico de los materiales (en kg) que se obtienen por mes de la línea Beluga.

Figura 4.9 Gráfico de material desperdiciado por mes.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En cuanto a los materiales específicos:

- **Plástico HDPE:** Los volúmenes de scrap oscilan entre 155 kg en enero y 1355 kg en octubre, con un aumento significativo en los meses críticos. Esto podría deberse a inconsistencias en la calidad del material entrante o a fallas en las etapas iniciales del proceso.
- **PVC Flexible:** Este material también presenta fluctuaciones considerables, con un mínimo de 165 kg en junio y un máximo de 741 kg en octubre. Los picos registrados en los meses críticos sugieren la influencia de factores operativos o estacionales que afectan la eficiencia del proceso.

- **Material coprocesable:** Constituye la mayor proporción del scrap, alcanzando un máximo de 1568 kg en septiembre. Su concentración en ciertos meses indica la necesidad de evaluar de manera más rigurosa las etapas del proceso que contribuyen a su generación.

Estos resultados destacan la importancia de realizar un monitoreo constante y detallado del proceso, así como de implementar medidas correctivas durante los meses críticos. Además, se recomienda establecer un sistema de registro automatizado que permita analizar de manera más precisa las tendencias y correlaciones entre las diferentes etapas del proceso y los volúmenes de scrap generados.

4.2.4. Estudio del Trabajo

El estudio del trabajo permite identificar, analizar y optimizar las condiciones que afectan el proceso de destrucción de marca de la línea Beluga en la empresa Anton. Este análisis busca proponer mejoras que aumenten la eficiencia, reduzcan los costos y aseguren el cumplimiento de los estándares de calidad. Para desarrollar este estudio, se siguen los siguientes pasos:

1) Seleccionar el proceso a estudiar

El proceso seleccionado es el de destrucción de marca de la línea Beluga, debido a las siguientes características:

- Es un proceso repetitivo y con alta carga manual.
- Su impacto en los costos de producción y cumplimiento de normativas es significativo.
- Genera residuos que requieren un manejo adecuado.
- Afecta el desempeño general de otras áreas relacionadas, como logística y control de calidad.
- Presenta oportunidades claras de mejora que podrían generar beneficios tangibles en términos de eficiencia y sostenibilidad.

2) Registrar por observación directa

Se recopilan datos relevantes mediante la observación del proceso actual. Esto incluye tiempos de ejecución, movimientos de los operarios, manejo de residuos y puntos de ineficiencia identificados.

3) Examinar de forma crítica

Se realiza un análisis detallado del proceso para identificar áreas de oportunidad. Esto incluye la toma de tiempos y movimientos utilizando herramientas específicas, como cronómetros y diagramas de flujo. También se consideran factores como la ergonomía y el cumplimiento de estándares ambientales.

4) **Establecer el método**

Se determina un método de análisis basado en la aplicación de herramientas de medición, como cronogramas y técnicas de muestreo, con un nivel de confianza del 95 %. Este enfoque permite evaluar la eficiencia del proceso actual y las posibles mejoras.

5) **Evaluar opciones**

Con base en los datos obtenidos, se analizan diferentes alternativas para mejorar el proceso de destrucción de marca. Estas opciones incluyen cambios en los equipos, ajustes en los procedimientos y capacitación del personal.

6) **Definir el nuevo método**

Se propone un nuevo método optimizado que incluye:

- Rediseño de las estaciones de trabajo.
- Ajustes en la logística de residuos para aumentar la sostenibilidad.
- Análisis de costos asociados y beneficios proyectados.

7) **Implantar el método**

Se sugiere un plan de acción para programar la ejecución de la propuesta. Este incluye:

- Estimación del periodo y plazos necesarios para implementar cada etapa del nuevo método propuesto.
- Identificación de recursos requeridos, tanto humanos como materiales, para garantizar una transición efectiva.
- Recomendaciones para coordinar las actividades del proceso de destrucción de marca con otras áreas de la empresa para minimizar interrupciones.

8) **Controlar la aplicación**

Se plantean recomendaciones para supervisar y evaluar la implementación del método en el futuro. Estas incluyen:

- Propuesta de herramientas y procedimientos para monitorear la eficacia del método, asegurando que se mantenga dentro de los parámetros establecidos.
- Recomendaciones para capacitar al personal encargado de la ejecución del método, de manera que puedan adaptarse a los cambios propuestos.
- Diseño de medidas de control que permitan detectar y corregir desviaciones del proceso en etapas iniciales, promoviendo la mejora continua.

4.2.4.1. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos tiene como objetivo analizar la duración que consume el proceso de destrucción de dispositivos Beluga en la línea de producción de la planta Anton. En el proceso actual, participan cuatro trabajadores, aunque sus roles varían: dos de ellos están dedicados exclusivamente a las actividades de destrucción de dispositivos, mientras que los otros dos tienen responsabilidades adicionales en la planta y colaboran en el proceso de destrucción únicamente durante su tiempo libre.

Tiempo Observado

El método consiste en realizar cronometrajes repetidos durante la ejecución del proceso, con cada trabajador que es exclusivo en el proceso de desarme a quienes denominaremos como A y B. Esta estrategia garantiza que los datos obtenidos sean representativos de las diferentes condiciones bajo las cuales se lleva a cabo el proceso. La tabla 4.3 muestra los tiempos de los trabajadores.

Tabla 4.4: Tiempo observado de los trabajadores en el proceso de desarme

Trabajador	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Promedio
A	03:52	04:12	02:31	02:55	03:25	03:45	03:51	02:53	03:03	02:56	03:20
B	02:55	03:23	04:03	03:55	02:35	02:51	03:48	03:51	02:55	04:00	03:25

Fuente: Elaboración propia.

El trabajador B presenta una gama más amplia de tiempos (desde 2:35 hasta 4:03 minutos), lo que refleja condiciones de ejecución más diversas. Esto permite capturar posibles desviaciones y escenarios menos ideales que pueden ocurrir en la operación. Esto convierte al trabajador B como el que tiene el perfil de ejecución de labores promedio. Luego, podemos observar su tiempo total en minutos en la siguiente tabla.

Tabla 4.5: Tiempo total trabajador B

Trabajador	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Total (minutos)
B	2,91	3,83	4,05	3,91	2,58	2,85	3,8	3,85	2,91	4	34,69

Fuente: Elaboración propia.

El estudio de tiempos realizado en el proceso de desarme permitió identificar las variaciones en la ejecución de las actividades entre los trabajadores A y B. Los resultados obtenidos muestran que el trabajador B presenta un rango de tiempos más amplio en comparación con el trabajador A, lo que refleja una mayor diversidad en las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo el proceso.

En cuanto al tiempo total observado del trabajador B, esta suma 34,69 minutos para las 10 mediciones realizadas, lo cual confirma que, aunque su ejecución presenta variaciones, el tiempo promedio es adecuado y está dentro del rango esperado para el proceso.

En general, los datos obtenidos ofrecen una base sólida para analizar las condiciones actuales del proceso y establecer estándares de tiempo que permitan mejorar la eficiencia y reducir las variaciones en la ejecución. Esto será clave para definir estrategias de optimización en la organización del trabajo y el diseño de procedimientos más uniformes.

Tamaño de la muestra (Tiempo observado)

La muestra representa una parte del conjunto total que se selecciona para examinar el comportamiento, en este caso, de los trabajadores. Además, se emplea un nivel de confianza del 95 % para aplicar la fórmula correspondiente.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

- n: tamaño de la muestra que se desea determinar.
- n': cantidad de observaciones del estudio preliminar.
- Σ : suma de los valores.
- X: valor de cada operación.
- 40: constante para un nivel de confianza de 95.45 %.

Donde se tiene;

- **Número de observaciones preliminares (n')**: Ya está dado como n'=10

- **Suma de los valores (Σx):** Esto corresponde al total en minutos, que es 34,69.
- **Suma de los cuadrados de los valores (Σx^2):** Se calculará elevando al cuadrado los tiempos individuales en minutos que corresponde a 123,33.

Aplicado a la fórmula, se tiene:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{10(123,33) - (34,69)^2}}{34,69} \right)^2$$

$$n = 39,75$$

Es decir, redondeando al valor más cercano, se necesitan 40 muestras. Con base en esto, se tomaron las muestras y la tabla 4.5 muestra los tiempos observados para el trabajador B.

Tabla 4.6 Total de muestras del trabajador B

Muestra	Tiempo (min)	Muestra	Tiempo (min)	Muestra	Tiempo (min)	Muestra	Tiempo (min)
1	3.89	11	3.22	21	2.87	31	3.84
2	3.02	12	3.93	22	3.83	32	3.31
3	4.01	13	3.35	23	3.93	33	3.60
4	3.52	14	3.10	24	3.31	34	3.42
5	3.76	15	3.02	25	3.20	35	2.87
6	2.53	16	3.94	26	3.60	36	3.48
7	3.15	17	3.64	27	2.59	37	3.47
8	3.45	18	3.95	28	2.50	38	3.25
9	3.84	19	3.36	29	2.45	39	2.91
10	2.79	20	2.75	30	2.73	40	4.00

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Tiempo Normal en la destrucción de dispositivos

Este análisis parte del tiempo observado durante la ejecución de una actividad y lo ajusta considerando diversos factores que influyen en el rendimiento del operario, como su habilidad, nivel de esfuerzo, las condiciones del entorno y la consistencia en su desempeño. Para este ajuste, se utiliza una herramienta conocida como la *tabla de calificación Westinghouse* que se presenta a continuación.

Tabla 4.7 Clasificación Westinghouse

Habilidad			Esfuerzo		
Valor	Código	Descripción	Valor	Código	Descripción
+0.15	A1	Superhábil	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Superhábil	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Bueno	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
+0.00	D	Promedio	+0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2	Pobre	-0.17	F2	Pobre

Condiciones			Consistencia		
Valor	Código	Descripción	Valor	Código	Descripción
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buena	+0.01	C	Buena
+0.00	D	Promedio	+0.00	D	Promedio
-0.03	E	Regular	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Pobre	-0.04	F	Pobre

Fuente: Elaboración propia (adaptado de Camilo, 2008).

Estos factores son calificados y sumados, generando un porcentaje de ajuste que se aplica al tiempo observado para obtener el *tiempo normal*. En este proyecto, se utilizó la fórmula estándar para calcular el tiempo normal.

$$T_N = T_O \cdot (1 + \{suma\ de\ factores\ de\ ajuste\})$$

Donde:

- T_N : Tiempo normal.
- T_O : Tiempo observado.

Para evaluar al trabajador B utilizando la tabla de calificación Westinghouse, se asignaran valores realistas para los factores de ajuste. Según los datos previos, el trabajador B tiene tiempos variables, lo que podría reflejar una combinación de condiciones laborales y desempeño. A continuación, se presenta una evaluación:

Evaluación de trabajador B:

1. **Habilidad:** Buen nivel, pero con áreas de mejora. Calificación: +0.04.
2. **Esfuerzo:** Consistente, pero podría optimizarse. Calificación: +0.03.
3. **Condiciones:** Entorno aceptable, aunque no ideal. Calificación: -0.02.
4. **Consistencia:** Algunos altibajos en los tiempos. Calificación: +0.02.

La suma total de los factores de ajuste sería:

$$+0.04 + 0.03 - 0.02 + 0.02 = +0.07$$

Luego, se procede a calcular el tiempo normal para los tiempos observados del trabajador B (promedio: 3.47 minutos), la tabla 4.7 resume los datos.

$$T_N = 3.47 \cdot (1 + 0.07) = 3.47 \cdot 1.07 = 3.71 \text{ minutos}$$

Tabla 4.8 Tiempo observado y tiempo normal para el trabajador B.

Factor	Descripción	Calificación
Habilidad	Buen nivel con áreas de mejora	+0.04
Esfuerzo	Consistente, con margen de mejora	+0.03
Condiciones	Entorno aceptable, pero no ideal	-0.02
Consistencia	Algunos altibajos	+0.02
Total ajuste		+0.07
Tiempo Observado (TO)	Promedio del trabajador B	3.47 min
Tiempo Normal (TN)	Calculado con el ajuste	3.71 min

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Tiempo estándar en la destrucción de dispositivos

Según la teoría, el tiempo estándar en un estudio de tiempos es la duración total estimada que un trabajador capacitado debería emplear para ejecutar una tarea en condiciones normales de trabajo. Este cálculo incluye pausas necesarias para descansar y tolerancias por fatiga o interrupciones inevitables. El tiempo estándar se determina a partir del tiempo normal (calculado

en el paso anterior) y la adición de márgenes o tolerancias para compensar las interrupciones mencionadas.

Para este proyecto, se seleccionaron porcentajes de tiempos suplementarios en base a las observaciones realizadas y consultas efectuadas a los colaboradores. Los resultados de estos porcentajes se detallan a continuación.

- **Fatiga:** 10 %
- **Pausas necesarias:** 8 %
- **Interrupciones inevitables:** 6 %

La sumatoria de estos porcentajes equivale al **24 %**, expresado como **0.24** en términos decimales. La fórmula aplicada es:

$$T_E = T_N \cdot (1 + \text{suma de suplementos en decimal})$$

Donde:

- T_E : Tiempo estándar
- T_N : Tiempo normal
- Suplementos: Porcentaje total en decimal

Al sustituir los valores para el proceso del trabajador B, se tiene:

$$T_E = (39.75) \cdot (1.24) \quad T_E = (39.75) \cdot (1.24) \\ T_E = 49.29 \text{ minutos}$$

Por lo tanto, el tiempo estándar para el desensamble del dispositivo en estudio es de 49.29 minutos.

Razón de producción en la destrucción de dispositivos

La razón de producción representa la cantidad de unidades que un operario puede completar por unidad de tiempo. Se calcula como el inverso del tiempo estándar, utilizando la siguiente fórmula:

$$RP = \frac{1}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Donde:

- R: Razón de producción (unidades/minuto).
- Tiempo Estándar: Tiempo total estimado por tarea, incluyendo suplementos.

Para el trabajador B, el cálculo se realiza sustituyendo el valor del tiempo estándar obtenido previamente:

$$RP = \frac{1}{49.29}$$
$$RP = 0.0203$$

Por lo tanto, la razón de producción para el desensamble e inspección en este caso es de 0.0203 unidades por minuto.

4.2.4.2. Estudio de métodos

Como parte del presente estudio, se analiza y evalúa críticamente la manera en que se llevan a cabo las actividades relacionadas con el proceso de desensamble del dispositivo Beluga. Este análisis busca proponer mejoras que simplifiquen las tareas y, al mismo tiempo, las hagan más seguras y eficientes. Por tanto, el enfoque principal radica en identificar y reducir o eliminar las posibles ineficiencias detectadas, proporcionando una propuesta ajustada a los requerimientos del proyecto.

Para obtener una mejor comprensión de las actividades involucradas en el desensamble e inspección del dispositivo Beluga, se elabora un cursograma analítico que documenta de forma secuencial y estructurada cada una de las operaciones necesarias según el flujo del proceso. El cursograma presentado detalla las actividades realizadas por el trabajador designado quién posee un desempeño promedio en tareas similares, por lo que no debería enfrentar mayores dificultades para ejecutar este proceso.

Tabla 4.9 Cursograma Analítico del desensamble del dispositivo Beluga

Cursograma analítico						
Diagrama Núm.: 1		Hoja N° 1 de 1		Resumen		
Objeto: Dispositivo Beluga		Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Actividad: Desensamble dispositivo Beluga Método: Actual/Propuesto		Operación ○	12	12	N/A	
		Transporte ⇨	0	1	N/A	
		Espera □	0	0	N/A	
		Inspección □	0	1	N/A	
		Almacenamiento ▽	0	1	N/A	
Lugar: Anton						
Operario (s): Trabajador 1 y 2		Ficha núm: 1				
Compuesto por: Angelica Romero		Fecha: 21/117s25	Total	12	15	
Aprobado por: D. Calidad		Fecha:			N/A	
Descripción		Símbolo				Observaciones
		○	□	□	⇨	
Inspección del dispositivo						
Cortar para obtener Pieza 1		○				
Cortar para obtener Pieza 2		○				
Cortar para obtener Pieza 3		○				
Cortar para obtener Pieza 4		○				
Cortar para obtener la unión de Pieza 5, Pieza 6 y Pieza 7.		○				
Cortar para obtener Pieza 8		○				
Cortar para obtener la unión de Pieza 9 y Pieza 10.		○				
Sacar Pieza 10 de Pieza 9.		○				
Cortar para obtener Pieza 11.		○				
Cortar para obtener Pieza 12.		○				
Sacar Pieza 5 de Pieza 6 y Pieza 7.		○				
Separar Pieza 6 y Pieza 7		○				
Clasificación de piezas					○	
Transporte de piezas al área de reciclaje					⇨	
Total		12	1	0	1	1

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El cursograma analítico elaborado para el proceso de desensamble del dispositivo Beluga proporciona una visión detallada y estructurada de las actividades realizadas en cada etapa. Este análisis permite identificar tanto las operaciones ejecutadas como las oportunidades de mejora en términos de eficiencia y organización del proceso.

En su estado actual, el proceso se compone de 12 operaciones principales, todas enfocadas en el corte, separación e inspección de las piezas que componen el dispositivo. Sin embargo, con la propuesta presentada, se incorporan actividades adicionales, como el transporte y la clasificación de las piezas hacia el área de reciclaje, aumentando el total de actividades a 15, lo que evidencia un enfoque más integral para completar el flujo de trabajo. La inclusión de estas actividades busca mejorar el orden y la trazabilidad de las piezas extraídas, reduciendo así el riesgo de desperdicio o mal manejo.

En conclusión, el cursograma analítico no solo documenta el estado actual del proceso, sino que también respalda las propuestas de mejora que buscan incrementar la productividad y garantizar un manejo más eficiente de los recursos, alineándose con los objetivos del proyecto y las buenas prácticas en la gestión de procesos industriales.

4.3 ANALIZAR

La fase de análisis tiene como objetivo identificar y comprender las causas raíz del problema principal en el proceso de destrucción de marca de la línea Beluga. Para lograrlo, se utilizarán herramientas ingenieriles que permitan desglosar y priorizar los factores que contribuyen al desperdicio de materia prima y las ineficiencias operativas. A continuación, se describen las herramientas seleccionadas para esta etapa y sus resultados.

4.3.1. Lluvia de Ideas

Como parte de la etapa de análisis del proyecto, se llevó a cabo una reunión con los cuatro operarios que forman parte del proceso de destrucción del dispositivo. Como se mencionó anteriormente, dos de los trabajadores se dedican exclusivamente al proceso de destrucción, contrario a los otros dos que brindan su apoyo en momentos que no se dedican a sus labores principales. El objetivo de esta actividad fue identificar las posibles causas del problema que afecta la eficiencia y los resultados en el proceso. La dinámica elegida fue una lluvia de ideas estructurada, que permitió la participación de todos los integrantes en un ambiente de diálogo y colaboración. Para garantizar el éxito de la actividad, se establecieron las siguientes directrices:

1. **Introducción al problema:** Se presentó una descripción detallada del problema identificado, destacando las ineficiencias observadas en el proceso de destrucción, como el tiempo excesivo y los posibles riesgos operativos.
2. **Reglas de participación:** Se alentó a los participantes a expresar sus ideas libremente, sin críticas ni juicios, con el fin de promover un flujo creativo de propuestas.
3. **Moderación:** La actividad fue moderada por el investigador, quien facilitó el desarrollo de la discusión y tomó notas de cada aportación.

A lo largo de la sesión, los operarios expresaron una variedad de ideas por medio de la plataforma Mentimeter (ver figura 4.10) para facilitar su análisis posterior. A continuación, se presentan los principales puntos destacados durante la lluvia de ideas:

1. **Aspectos técnicos del proceso:**

- Se mencionó que ciertas piezas del dispositivo requieren un esfuerzo adicional para su desmontaje, lo que retrasa el proceso.
- Algunos operarios sugirieron que el diseño actual del flujo de trabajo no está alineado con los estándares de eficiencia, lo que genera tiempos muertos, como por ejemplo el desplazamiento al área de clasificación.

2. **Factores humanos:**

- La falta de capacitación especializada fue señalada como un factor que limita la productividad. Algunos operarios expresaron que no se sienten completamente preparados para manejar ciertos aspectos técnicos del proceso.
- Se identificaron problemas de comunicación interna, como la ausencia de instrucciones claras o la falta de reuniones periódicas para evaluar los avances y desafíos.

3. **Gestión de materiales:**

- Esto va de la mano con el desplazamiento al área de clasificación, pues de forma manual se deben depositar los materiales a las cajas correspondientes. Esto genera acumulación de desechos por lo que más cajas son requeridas y dificulta el flujo continuo del trabajo.

Figura 4.10. Lluvia de ideas



Fuente: Elaboración propia, 2025.

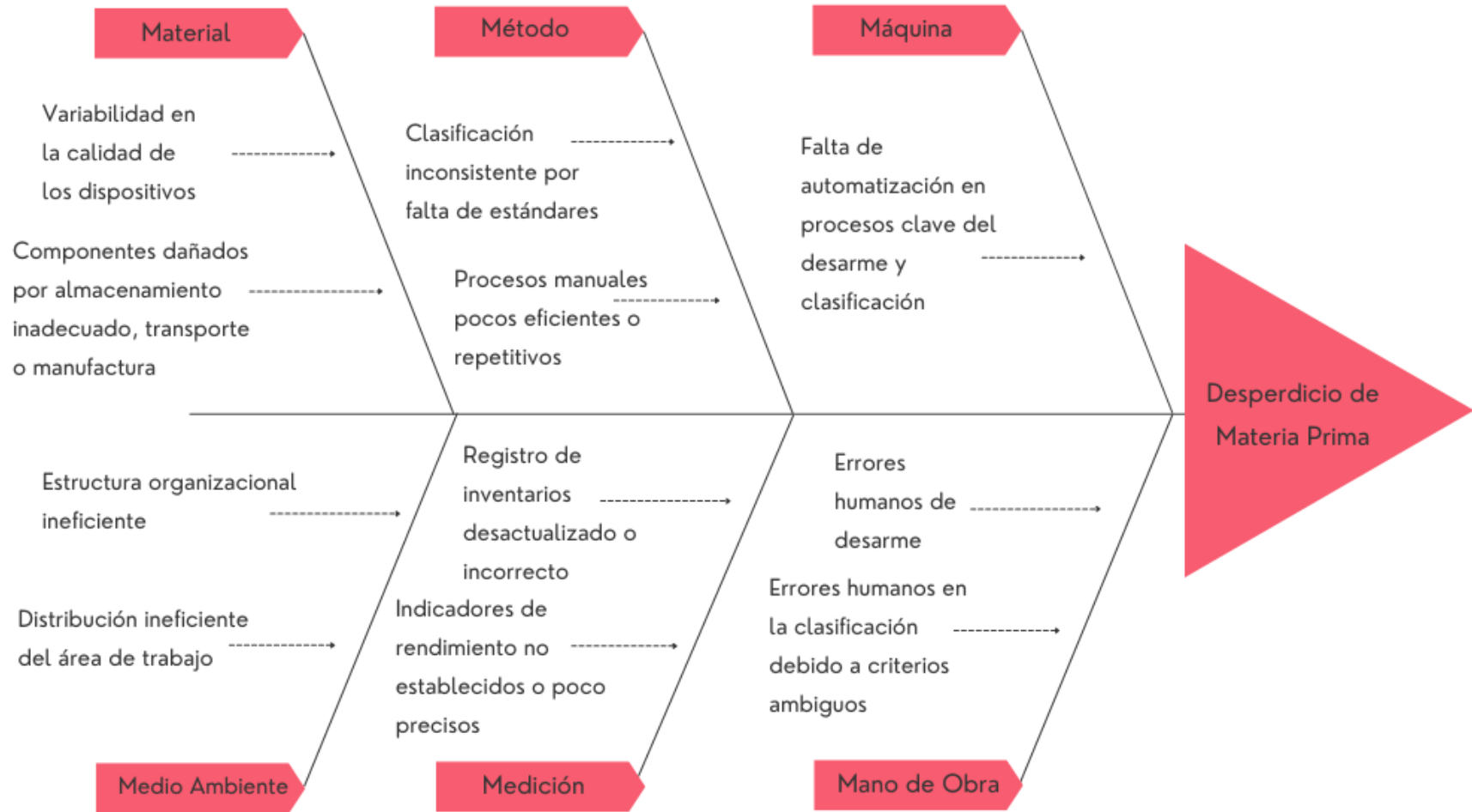
La lluvia de ideas permitió identificar varias causas potenciales del problema que afecta el proceso de destrucción del dispositivo. Estas causas incluyen deficiencias técnicas en el equipo, limitaciones en la capacitación de los operarios, problemas en el diseño del espacio de trabajo y una gestión ineficiente de los materiales.

La información recopilada en esta actividad será utilizada para realizar un análisis más detallado de las causas raíz del problema y para diseñar soluciones efectivas que optimicen el proceso. A pesar de haber realizado una lluvia de ideas, se realizaron discusiones posteriores que permitieron unificar ideas y clasificar posibles causas que se especificarán en las siguientes herramientas.

4.3.2. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa se utilizó como herramienta para identificar y analizar de manera estructurada las principales causas que contribuyen al problema identificado en el proceso de destrucción del dispositivo. A través de la discusión con los operarios y la lluvia de ideas realizada, se pudieron clasificar las causas en categorías principales, siguiendo la metodología de las 6M (Material, Medio Ambiente, Método, Medición, Máquina, Mano de obra). Este análisis permite visualizar (ver figura 4.11) de manera clara las relaciones entre las causas y sus efectos, facilitando la identificación de áreas clave para mejorar la eficiencia y reducir los desperdicios.

Figura 4.11 Diagrama de Ishikawa para el desperdicio de materia prima



Fuente: Elaboración propia, 2025.

A continuación, se exponen las causas estructuradas en el diagrama anterior:

- 1. Material:** Los dispositivos que llegan al área de destrucción presentan una variabilidad significativa en su calidad, lo que dificulta estandarizar el proceso de desarme y aumenta el tiempo empleado para cada unidad. Además, un porcentaje considerable de componentes llega dañado o contaminado, debido al manejo inadecuado durante el transporte o almacenamiento previo. Esto genera no solo desperdicios imprevistos, sino también la necesidad de destinar recursos adicionales para clasificar o descartar estos materiales.
- 2. Medio Ambiente:** El espacio físico en el área de trabajo provoca congestión y movimientos innecesarios de los operarios, afectando la productividad. La estructura organizacional carece de una jerarquía clara y protocolos eficientes, lo que resulta en comunicación deficiente y falta de coordinación entre los equipos, causando errores y duplicación de esfuerzos. Asimismo, la distribución deficiente del área de trabajo no considera el flujo lógico de los procesos, lo que ocasiona interferencias constantes entre actividades y tiempos muertos innecesarios.
- 3. Método:** La ausencia de un procedimiento estándar para el desarme genera inconsistencias significativas en la forma en que los operarios llevan a cabo sus tareas. La clasificación de piezas reciclables queda a discreción de cada trabajador, lo que aumenta la probabilidad de errores y pérdida de materiales valiosos. Además, los procesos manuales actuales son lentos, propensos a fallos y carecen de estandarización, lo que incrementa el tiempo total de procesamiento y reduce la capacidad de respuesta ante variaciones en la carga de trabajo.
- 4. Medición:** El registro de inventarios es inconsistente e impreciso, lo que dificulta mantener un control adecuado de los materiales reciclables y desechados. Esto genera problemas en la trazabilidad de los recursos y retrasa la identificación de oportunidades de mejora. Por otro lado, la ausencia de indicadores de rendimiento impide evaluar objetivamente la eficiencia del proceso, lo que se traduce en una toma de decisiones basada en suposiciones y no en datos concretos.
- 5. Máquina:** Las herramientas disponibles a veces no son las adecuadas para ciertas tareas, lo que afecta la calidad del desarme. La falta de automatización en etapas clave, como la clasificación de piezas, limita la capacidad del sistema para alcanzar niveles

aceptables de productividad y precisión. Por ejemplo, la disposición actual de las cajas clasificadoras en el área de trabajo no sigue un diseño que facilite un flujo rápido y eficiente.

- 6. Mano de Obra:** Los errores humanos en el desarme, ya sea por el dispositivo propiamente o la herramienta usada para el desensamble, genera desperdicios no previstos. Asimismo, la distribución desigual de las tareas entre los operarios conduce a sobrecarga de trabajo en ciertos sectores y tiempos muertos en otros, afectando la eficiencia general del proceso y aumentando el riesgo de agotamiento entre los trabajadores.

4.3.3. Multivoto

Se implementó la herramienta Multivoto con el propósito de priorizar las causas que más afectan la eficiencia del proceso de destrucción de dispositivos. Esta técnica permitió a los operarios, quienes tienen un conocimiento profundo y práctico de las dinámicas del proceso, identificar las causas más relevantes para su resolución.

El objetivo fue determinar las causas más críticas entre las identificadas previamente en la lluvia de ideas y el Diagrama de Ishikawa, para enfocar los esfuerzos de mejora en aquellas cuya solución tendrá mayor impacto positivo en el proceso.

Para la aplicación de esta herramienta, se realizó una reunión con los cuatro operarios involucrados en el proceso. A cada operario se le asignaron 100 puntos para distribuir entre las causas identificadas según su percepción del impacto que estas tienen en el desempeño del proceso. Las reglas establecidas fueron:

- 1) Cada operario podía asignar los puntos como considerara conveniente, distribuyéndolos en una o varias causas.
- 2) No se permitió asignar más de 50 puntos a una sola causa, para fomentar un análisis balanceado.
- 3) Se garantizó que el proceso fuera confidencial para evitar sesgos entre los participantes.

Las causas evaluadas fueron las mismas identificadas en el Diagrama de Ishikawa, clasificadas según las 6M. La tabla 4.9 presenta la distribución de los puntos asignados por los cuatro operarios a cada una de las causas evaluadas:

Tabla 4.10. Multivoto de las posibles causas

Causa	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Total
Variabilidad en la calidad de los dispositivos	15	15	20	15	65
Componentes dañados por almacenamiento inadecuado, transporte o manufactura	10	10	5	10	35
Clasificación inconsistente por falta de estándares	25	25	30	20	100
Procesos manuales poco eficientes o repetitivos	10	10	5	15	40
Falta de automatización en procesos clave del desarme y clasificación	5	10	0	10	25
Estructura organizacional ineficiente	10	10	10	0	30
Distribución ineficiente del área de trabajo	20	20	20	20	80
Registro de inventarios desactualizado o incorrecto	0	0	0	5	5
Indicadores de rendimiento no establecidos o poco precisos	5	0	0	5	10
Errores humanos de desarme	0	0	5	0	5
Errores humanos en la clasificación debido a criterios ambiguos	0	0	5	0	5
Total	100	100	100	100	400

Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las tres causas más votadas fueron:

- a) **Clasificación inconsistente por falta de estándares:** Con un total de 100 puntos, esta causa se identificó como la más crítica, ya que genera inconsistencias en el proceso, tiempos muertos y falta de uniformidad en las operaciones.

- b) **Distribución ineficiente del área de trabajo:** Recibió 80 puntos, destacándose la necesidad de reorganizar el espacio físico para optimizar los flujos y reducir los desplazamientos innecesarios.
- c) **Variabilidad en la calidad de los dispositivos:** Obtuvo 65 puntos, evidenciando que las diferencias en la calidad de los dispositivos dificultan el proceso de desarme y aumentan los desperdicios, especialmente en los componentes dañados o contaminados.

La aplicación del Multivoto permitió priorizar de manera participativa y objetiva las principales causas que afectan la eficiencia del proceso., específicamente en el diseño e implementación de soluciones. La herramienta Multivoto no solo facilitó la toma de decisiones, sino que también promovió la participación de los operarios, fortaleciendo su compromiso con las mejoras propuestas.

4.3.4. Pareto

Con el fin de identificar las causas más significativas que afectan la eficiencia del proceso de destrucción de dispositivos, se desarrolló un Diagrama de Pareto utilizando los datos obtenidos previamente en la herramienta Multivoto. Esta técnica permitió clasificar y visualizar de manera gráfica las causas principales para aplicar la regla del 80/20, enfocando los esfuerzos de mejora en aquellas causas que representan la mayor incidencia en los problemas detectados. Para la confección del diagrama de Pareto se siguieron los siguientes pasos:

1. **Identificación del problema:** Se buscó priorizar las causas más críticas que afectan el desempeño del proceso de destrucción de dispositivos.
2. **Uso de los datos obtenidos del Multivoto:** Se emplearon las puntuaciones asignadas por los operarios para clasificar las causas.
3. **Ordenamiento de los datos:** Las causas se organizaron de mayor a menor según la puntuación total obtenida en el Multivoto.
4. **Cálculo de la frecuencia acumulada y porcentajes:**
 - o **Frecuencia acumulada:** Se sumaron de manera progresiva las puntuaciones de las causas ordenadas.

- **Porcentaje:** Se dividió la puntuación de cada causa entre el total de puntuaciones para determinar el porcentaje de cada una.
 - **Porcentaje acumulado:** Se sumaron progresivamente los porcentajes individuales.
5. **Análisis de las causas principales:** Se identificaron las causas que representan el 80 % del impacto total.
 6. **Elaboración del gráfico explicativo:** Se creó un gráfico que combina barras (frecuencia de cada causa) y una línea (porcentaje acumulado) para visualizar las prioridades.

En la siguiente tabla se presentan los datos recopilados y calculados para la elaboración del diagrama de Pareto con las causas ordenadas de mayor a menor según las votaciones de los operarios.

Tabla 4.11 Datos para el Diagrama de Pareto de las causas principales

Causa	Puntuación	F. Acumulada	Porcentaje	P. Acumulado
Clasificación inconsistente por falta de estándares	100	100	25%	25%
Distribución ineficiente del área de trabajo	80	180	20%	45%
Variabilidad en la calidad de los dispositivos	65	245	16%	61%
Procesos manuales poco eficientes o repetitivos	40	285	10%	71%
Componentes dañados por almacenamiento inadecuado, transporte o manufactura	35	320	9%	80%
Estructura organizacional ineficiente	30	350	8%	88%
Falta de automatización en procesos clave del desarme y clasificación	25	375	6%	94%

Indicadores de rendimiento no establecidos o poco precisos	10	385	3%	97%
Registro de inventarios desactualizado o incorrecto	5	390	1%	98%
Errores humanos de desarme	5	395	1%	99%
Errores humanos en la clasificación debido a criterios ambiguos	5	400	1%	100%

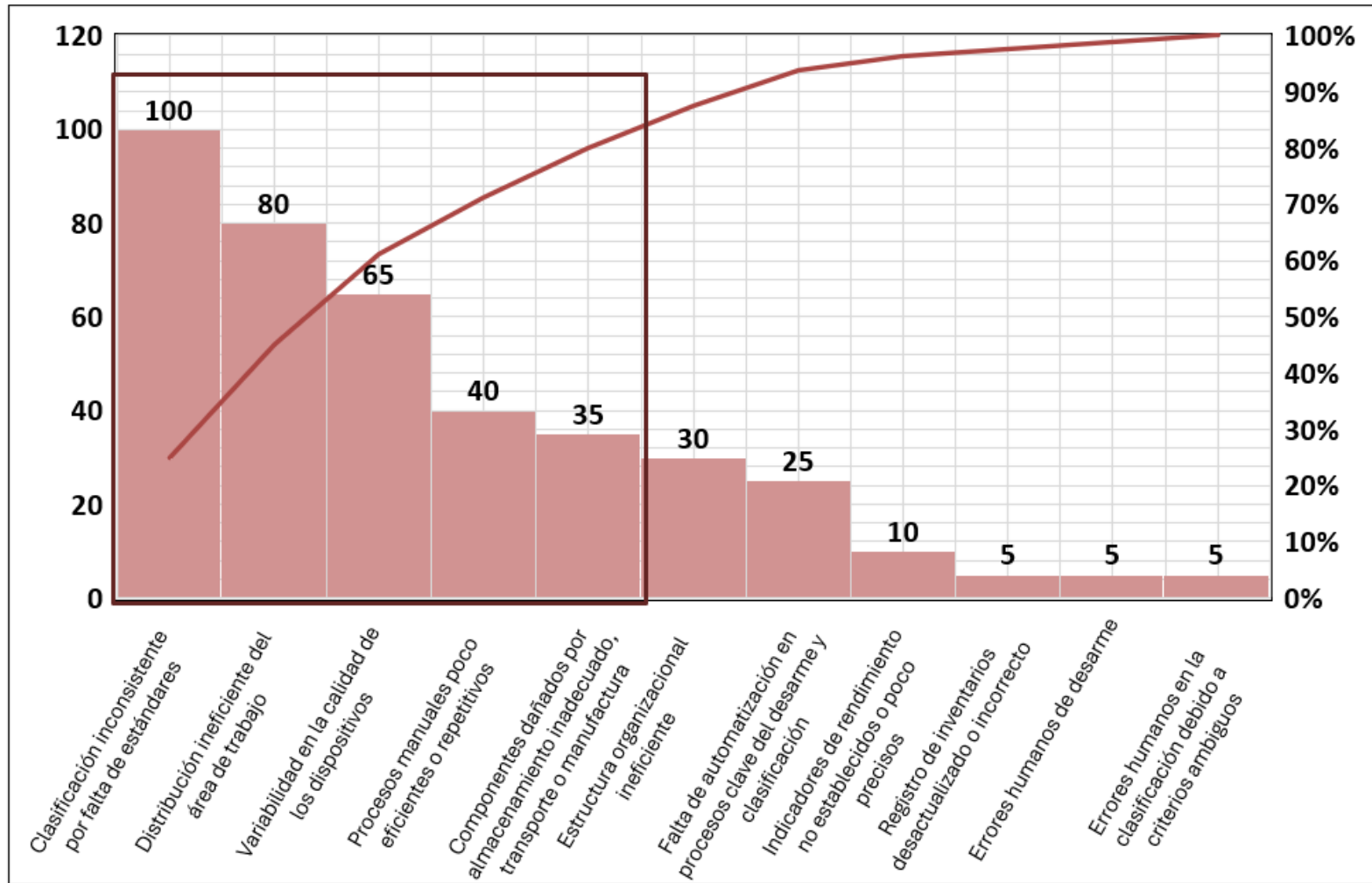
Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la tabla 4.11 se presentan las causas identificadas que afectan la eficiencia del proceso, junto con sus respectivas puntuaciones derivadas del Multivoto. Estas puntuaciones fueron utilizadas para calcular la frecuencia acumulada, el porcentaje individual y el porcentaje acumulado de cada causa.

- **Causa:** Enumera las posibles fuentes de ineficiencia en el proceso, como la falta de un procedimiento estándar, el espacio físico inadecuado, entre otros.
- **Puntuación:** Representa el total de votos recibidos por cada causa en el Multivoto, lo que refleja la percepción de importancia relativa según los colaboradores, cabe resaltar que se ordenaron de mayor a menor según los votos.
- **Frecuencia acumulada:** Es la suma progresiva de las puntuaciones, ordenadas de mayor a menor, permitiendo identificar el impacto acumulado.
- **Porcentaje:** Muestra la proporción que cada causa representa respecto al total de puntuaciones, calculada como $(\text{Puntuación} / \text{Total de Puntuaciones}) \times 100$
- **Porcentaje acumulado:** Es la suma progresiva de los porcentajes individuales, lo que facilita aplicar la regla del 80/20 para identificar las causas prioritarias.

Esta tabla sirve como base para la elaboración del Diagrama de Pareto, que ilustra de forma visual cuáles son las principales causas que requieren atención para maximizar la mejora en el proceso. Para la creación del diagrama se usó la puntuación y el porcentaje acumulado.

Figura 4.12. Diagrama de Pareto de las causas principales.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Al analizar el gráfico, se observa que la causa principal de *clasificación inconsistente por falta de estándares, distribución ineficiente del área de trabajo* es vital un 25% que está generando el 80% del impacto del problema. Esta causa será considerada prioritaria para el diseño de soluciones debido a su impacto significativo en el desempeño del proceso, pero como se verá más adelante, esta desencadenará en propuestas a las siguientes cuatro causas.

Las causas restantes, que abarcan el 80 % del impacto acumulado, aunque relevantes, no serán el foco principal de los esfuerzos inmediatos. Sin embargo, podrían ser abordadas en etapas posteriores para asegurar una mejora integral del proceso e incluso, algunas de estas, se abarcarán en la solución propuesta para la causa principal.

El Diagrama de Pareto permitió priorizar las causas más relevantes mediante un enfoque gráfico y cuantitativo basado en los datos del Multivoto. Este análisis facilita la asignación eficiente de recursos hacia las causas de mayor impacto, maximizando los resultados conforme al principio 80/20.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

En este capítulo se desarrollan las etapas de Mejorar y Controlar del ciclo metodológico DMAIC, enfocadas en resolver las causas raíz que impactan negativamente el desempeño de la línea Beluga en la empresa Anton. A partir de los hallazgos obtenidos en la etapa de análisis, se diseñarán propuestas de mejora estructuradas y fundamentadas que buscan mitigar la destrucción de marca y optimizar los procesos operativos.

La etapa de Mejorar se centra en diseñar soluciones específicas para las causas identificadas, utilizando herramientas que permitan evaluar, validar y priorizar las alternativas planteadas. Por su parte, en la etapa de Controlar, se establecerán mecanismos de seguimiento y medición que aseguren la sostenibilidad de las mejoras implementadas, garantizando un impacto positivo a largo plazo.

5.1 MEJORAR

Para abordar cada una de las causas raíz prioritarias identificadas en el capítulo anterior, se propone el uso de herramientas específicas que permitan diseñar y validar soluciones.

5.1.1. Propuesta basada en Análisis de Estándares Operativos (SOPs)

La clasificación inconsistente por falta de estándares y la variabilidad en la calidad de los dispositivos son dos problemas que impactan significativamente la eficiencia del proceso de destrucción de marca en la línea Beluga. Estas causas afectan tanto la consistencia del flujo de trabajo como la calidad de los resultados, generando retrabajos y retrasos que incrementan la productividad general.

Para abordar estas problemáticas, se propone la creación de Procedimientos Operativos Estándar (SOPs) que actúen como guías detalladas y uniformes para todas las actividades relacionadas con la clasificación y el control de calidad. Esta propuesta contempla las siguientes acciones específicas:

1. Diseño de los SOPs:

- Se desarrollarán procedimientos claros y documentados que detallen paso a paso las actividades requeridas para la clasificación de componentes.
- Los SOPs incluirán criterios estandarizados para evaluar las piezas desensambladas.
- Los criterios serán definidos en colaboración con el personal operativo y supervisores, asegurando su aplicabilidad práctica.

2. Capacitación del personal:

- Se implementará un programa de entrenamiento para que todos los operarios comprendan y apliquen de manera uniforme los nuevos procedimientos.
- Este programa incluirá simulaciones prácticas, evaluaciones de desempeño y retroalimentación continua para garantizar una comprensión completa.

3. Establecimiento de puntos de control de calidad:

- Se instalarán puntos de inspección en las etapas críticas del proceso:
 - a) **Previo al desensamble:** Los dispositivos serán evaluados para clasificar posibles defectos que puedan impactar las etapas posteriores.
 - b) **Post-desensamble:** Las piezas serán verificadas para asegurar que cumplen con los estándares establecidos antes de ser clasificadas en sus respectivas cajas.
- Cada punto de control contará con listas de verificación basadas en los SOPs, y las inspecciones serán realizadas por los supervisores capacitados para garantizar su cumplimiento.

4. Sistema de retroalimentación:


- Se diseñará un mecanismo de retroalimentación continua que permita registrar y analizar las desviaciones detectadas en los puntos de control.
- Este sistema incluirá reportes regulares que identifiquen áreas de mejora y sugieran ajustes en los procedimientos operativos.

Entre los beneficios esperados se tiene:

- **Consistencia:** La implementación de SOPs reducirá la subjetividad en la clasificación y asegurará que todos los operarios trabajen bajo los mismos criterios.
- **Calidad:** Los puntos de control minimizarán las variaciones en la calidad de las piezas clasificadas, garantizando un estándar uniforme.
- **Productividad:** Al reducir los errores y retrabajos, el proceso será más eficiente, optimizando el uso de recursos humanos y materiales.

El diseño de los SOPs y las capacitaciones estará a cargo de los técnicos de calidad y los supervisores de producción. Además, el establecimiento de puntos de control de calidad estará a cargo de las personas pertenecientes a las líneas de producción, quienes supervisarán su correcta implementación y cumplimiento. Las siguientes imágenes muestran una guía detallada y uniforme para todas las actividades relacionadas con la clasificación y el control de calidad.

Figura 5.1. Guía SOPs página 1

 <h1>Procedimiento Operativo Estándar</h1>	
Procedimiento	Procedimiento Operativo Estándar para la Destrucción y Clasificación de Dispositivos Beluga
Fecha	MM/DD/YYYY
Objetivo	Estandarizar el proceso de destrucción de dispositivos Beluga para garantizar consistencia, eficiencia y calidad en la clasificación de componentes recuperables.
Interés	Este procedimiento aplica a todo el personal asignado al desensamble y clasificación de dispositivos Beluga en la línea de producción.
Materiales y recursos necesarios	<p>Herramientas: Tijeras de alta precisión, destornillador, punzón, contenedores de clasificación, y equipo de protección personal (EPP).</p> <p>Conocimiento previo: Capacitación en el uso de las herramientas y en los estándares de clasificación de piezas.</p>
Frecuencia	Primeros dispositivos desensamblados
Procedimiento	<p>Inspección inicial del dispositivo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar la condición general del dispositivo y registrar observaciones relevantes (por ejemplo, daños severos o faltantes). • Asignar un identificador único al dispositivo para su seguimiento. <p>Desensamble del dispositivo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Cortar para obtener Pieza 1 usando tijeras. Asegurarse de que el corte sea limpio y se mantenga el estado funcional de la pieza. • Paso 2: Cortar para obtener Pieza 2 con tijeras. Revisar que no haya residuos o deformaciones en los bordes.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 5.2 Guía SOPs página 2

- **Paso 3:** Cortar para obtener **Pieza 3**, siguiendo el mismo criterio.
- **Paso 4:** Repetir el proceso para **Piezas 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10**, verificando la integridad de cada pieza tras el corte.
- **Paso 5:** Separar las uniones de las piezas combinadas (**Pieza 5, 6 y 7 y Pieza 9 y 10**) con tijeras o herramientas manuales según el estándar.

Extracción de piezas específicas

- Usar el destornillador para desmontar tornillos y liberar componentes internos según los diagramas técnicos proporcionados.
- Utilizar el punzón para separar piezas ensambladas con remaches o fijadores específicos.

Separación y clasificación de piezas

- **Clasificación preliminar:** Dividir las piezas en categorías como plásticos, metales, componentes electrónicos, y otros materiales.
- Revisar cada pieza según los criterios de clasificación estándar para identificar defectos o posibilidades de reciclaje.

Transporte al área de reciclaje

- Colocar las piezas clasificadas en contenedores etiquetados y transportarlas al área de reciclaje.

Registro final

- Completar un informe detallado que incluya el tiempo empleado, piezas recuperadas y cualquier anomalía detectada durante el proceso.

Control

- MM/DD/YYYY
 - Nombre
 - Revisiones
- MM/DD/YYYY
 - Nombre
 - Revisiones

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La propuesta de Procedimientos Operativos Estándar (SOPs) desarrollada busca abordar estas problemáticas mediante la estandarización de cada etapa del proceso, estipulando criterios para la clasificación de componentes. Con la implementación de los SOPs, se espera reducir la variabilidad en los resultados y aumentar la precisión en la clasificación de piezas.

5.1.2. Propuesta de mejora mediante el Mapeo de la Cadena de Valor (Value Stream Mapping)

La distribución ineficiente del área de trabajo y los procesos manuales poco eficientes o repetitivos son dos de las principales causas que afectan la eficiencia del proceso de destrucción de marca en la línea Beluga. Como propuesta de mejora, se plantea la aplicación del Mapeo de la Cadena de Valor (Value Stream Mapping, VSM), una herramienta que permitirá analizar y optimizar el flujo de actividades en el proceso. El mapeo del flujo de valor se centrará en identificar pasos o actividades que no aportan valor al proceso, como movimientos innecesarios, tareas redundantes o tiempos muertos. Con base en esta identificación, se rediseñarán las rutas y se reordenarán las estaciones de trabajo, asegurando una mejor distribución del área. Esto incluirá:

1. *Reducción de movimientos innecesarios:* Analizar las rutas actuales de transporte de piezas desde las estaciones de desarme hasta el área de reciclaje y reorganizar los espacios para minimizar tiempos y distancias.
2. *Eliminación de tareas redundantes:* Identificar actividades duplicadas o repetitivas en los procesos manuales, optimizando su ejecución o agrupándolas para reducir tiempos.
3. *Asignación eficiente de estaciones de trabajo:* Distribuir las áreas de desarme, clasificación y almacenamiento de forma estratégica para evitar congestiones o retrasos.
4. *Rediseño del flujo de trabajo:* Crear un flujo continuo desde la inspección inicial hasta el transporte final al área de reciclaje asegurando que las tareas se realicen en un orden lógico.

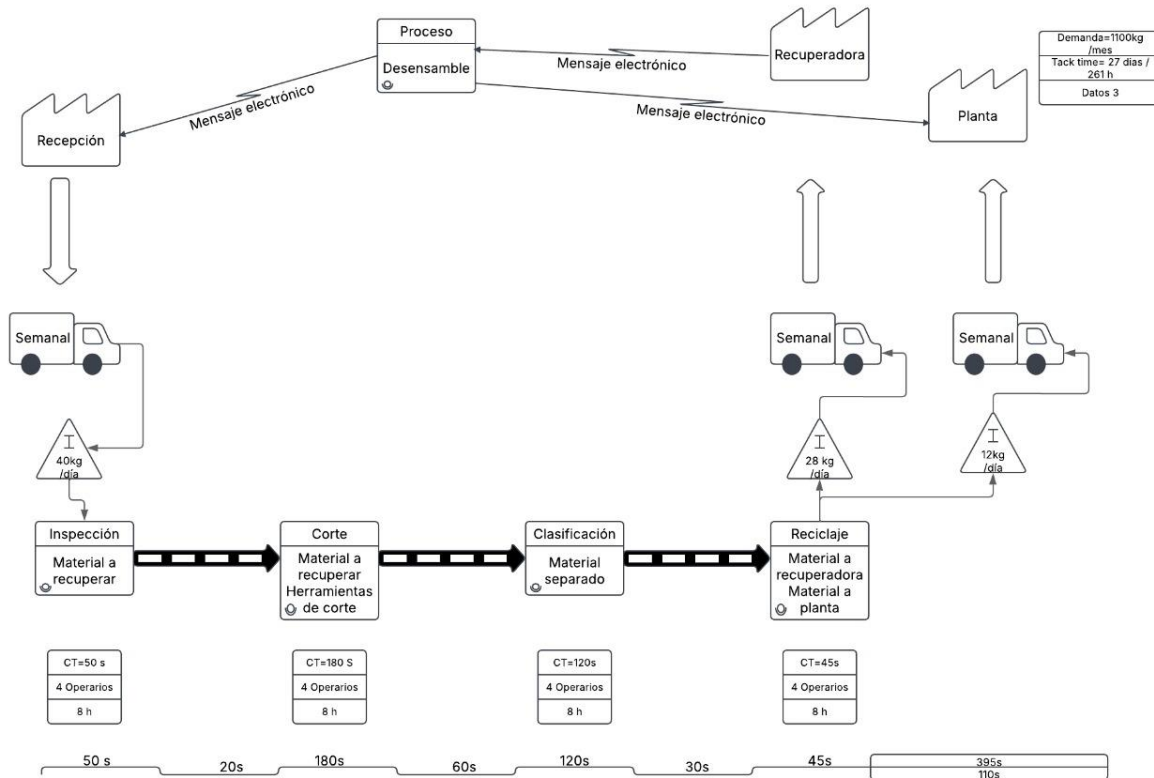
Esta identificación (que se realiza por observación directa) y propuestas de rediseños está a cargo de Environment Safety & Health Specialist que tiene a cargo los operarios que se dedican al proceso de destrucción.

La implementación de esta propuesta permitirá:

- Reducir los tiempos de transporte de piezas dentro del área de trabajo.
- Optimizar la productividad en tareas manuales repetitivas, facilitando la ejecución del proceso con menos esfuerzo y mayor eficacia. Esto será reforzado con el uso de los SOPs descritos anteriormente.

Este diseño ofrece un enfoque sistemático que puede servir como base para futuras acciones de mejora. El uso del VSM garantiza un análisis que permitirá priorizar las áreas críticas y asignar los recursos necesarios en las diferentes etapas optimizando el flujo de trabajo. Los mapeos a continuación resaltan una comparación entre el estado actual y futuro del proceso, en el caso del desensamblaje del dispositivo Beluga incluye.

Figura 5.3 VSM Situación Actual



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Estado Actual

1. **Inspección inicial del dispositivo** → Toma 50 segundos.
2. **Transporte manual al área de corte** → Toma 20 segundos y requiere recorrer 5 metros.
3. **Cortes en varias piezas** → Toma ~180 segundos.
4. **Espera de piezas para clasificación** → Tiempo de espera promedio: 1 minuto.
5. **Clasificación (material separado)** → ~ 120 segundos
6. **Transporte al área de reciclaje** → Toma 30 segundos.

3. **Clasificación inmediata tras el corte** → Se elimina el tiempo de espera, y la clasificación se realiza directamente en estaciones integradas al área de corte. Así el tiempo de espera para clasificación se elimina.
4. **Clasificación (material separado)** → ~ 120 segundos
5. **Transporte al área de reciclaje optimizado** → Se rediseña la ruta, reduciendo la distancia recorrida y el tiempo a 10 segundos.
6. **Reciclaje** → toma 45 segundos

El tiempo destinado a actividades esenciales dentro del proceso pasó de 395 segundos a 325 segundos. Esto se logró mediante la optimización del área de corte, la eliminación de tiempos de espera en la clasificación y la reducción de movimientos innecesarios por parte de los operarios. Estas mejoras garantizan un flujo de trabajo más eficiente, permitiendo que el proceso se desarrolle sin interrupciones. El tiempo dedicado a actividades que no generan valor, como tiempos de espera y transporte ineficiente, se redujo de 110 segundos a 30 segundos. Es decir, el proceso pasó de 505 segundos a 355 segundos que representa una reducción del 30% en el proceso de destrucción considerando todo el ciclo.

5.1.3. Propuesta de mejora para la reducción de daños en los componentes

El análisis de las causas críticas arrojó que una de la problemática recae en el daño componentes debido a fallas en el almacenamiento, transporte interno y control de manufactura y recepción de dispositivos. Esta situación impacta directamente en la eficiencia del proceso, ya que genera pérdidas de material reutilizable o coprocesable y retrabajos. Para mitigar esta problemática, se proponen tres estrategias de mejora que estarán a cargo del personal de recepción de dispositivo, encargado de operarios y quiénes desensamblan los dispositivos, entre las estrategias se opta por la obtención de dispositivos por parte de la empresa para los cuales sus costos asociados y el retorno de inversión se muestran en la etapa de controlar.

A. Optimización del almacenamiento para reducir deterioro físico

El almacenamiento inadecuado de los dispositivos es una de las principales causas de daño en los componentes. Para abordar esta problemática, se propone una reorganización estructurada del área de almacenamiento, acompañada de mejoras en los empaques y controles de inventario.

Tabla 5.1. Estrategias de Optimización del Almacenamiento

Estrategia	Descripción
Uso de embalajes especializados	Implementación de espumas protectoras para prevenir golpes de los dispositivos almacenados.
Reorganización del área de almacenamiento	Redistribución de los dispositivos según su estado y fragilidad, estableciendo zonas específicas que minimicen la manipulación innecesaria y faciliten el acceso.
Implementación de controles de almacenamiento	Aplicación de protocolos de inspección y registro del estado de los dispositivos antes y después del almacenamiento, garantizando una correcta detección de daños.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El procedimiento para la optimización planteada lleva a cabo:

1. *Evaluación del estado actual*: Identificación de zonas críticas donde se generan daños y puntos de mejora en la organización del almacenamiento.
2. *Diseño y segmentación del almacenamiento*: Creación de tres zonas diferenciadas según la fragilidad de los dispositivos:

- Zona A: Componentes frágiles → compartimentos con acolchado especial.
 - Zona B: Componentes de resistencia media → separación modular con acceso controlado.
 - Zona C: Componentes de alta resistencia → almacenamiento en estanterías convencionales.
3. *Implementación de empaques especializados*: Uso de espumas de protección y separadores internos para minimizar impactos y garantizar el resguardo adecuado de los dispositivos.
 4. *Monitoreo y ajustes periódicos*: Inspecciones continuas para evaluar la reducción de daños y optimización del espacio.

B. Mejoras en el transporte interno de dispositivos

El transporte ineficiente dentro del área de trabajo contribuye al daño de los componentes, ya sea por movimientos bruscos, rutas inadecuadas o manipulación incorrecta. Para optimizar este proceso, se propone una reorganización de las rutas de transporte, el uso de medios adecuados para la movilización y la estandarización de protocolos de manipulación.

Tabla 5.2. Estrategias para Mejorar el Transporte Interno

Estrategia	Descripción
Definición de rutas optimizadas	Diseño de recorridos más eficientes dentro de la planta, reduciendo distancias y evitando áreas de alto riesgo de daño.
Uso de medios de transporte adecuados	Carritos especializados y bandejas con amortiguación (por ejemplo, con espumas) para minimizar impactos en los dispositivos.
Estandarización de protocolos de manipulación	Capacitación del personal en técnicas de transporte y manipulación para evitar golpes o caídas accidentales.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El procedimiento para la mejora planteada lleva a cabo:

1. *Análisis del flujo actual de transporte*: Identificación de cuellos de botella y zonas donde se generan daños por manipulación inadecuada
2. *Rediseño de rutas internas*: Rutas de transporte más cortos y eficientes, evitando recorridos innecesarios.

3. *Incorporación de medios de transporte adecuados:* Uso de carros acolchonados, bandejas y separadores para minimizar movimientos bruscos.

Se espera una reducción de daños en los dispositivos durante su movilización interna, disminución de tiempos improductivos y optimización del flujo de trabajo.

C. Fortalecimiento del control en manufactura y recepción de dispositivos

Los dispositivos pueden llegar en condiciones deterioradas debido a problemas en la cadena de suministro, almacenamiento previo o fallos en los procesos de recepción y manufactura. Para reducir estos incidentes, se propone fortalecer el control de calidad en estas fases mediante inspecciones estandarizadas y protocolos de verificación más rigurosos.

Tabla 5.3. Estrategias para Mejorar el Control en Manufactura y Recepción

Estrategia	Descripción
Inspección estandarizada en la recepción	Implementación de listas de verificación detalladas para evaluar el estado físico de los dispositivos antes de su ingreso al proceso de desensamble (se puede añadir a los SOPs)
Registro digital de los dispositivos	Implementación de un sistema de seguimiento digital que permita registrar el historial de cada dispositivo desde su recepción hasta su desensamble final

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El procedimiento para el fortalecimiento planteado lleva a cabo:

1. *Estandarización de listas de verificación:* Creación de formatos detallados para evaluar el estado de los dispositivos en la recepción, que pueden detallarse dentro de los SOPs.
2. *Implementación de un sistema de trazabilidad:* Digitalización de registros que permitan un monitoreo detallado del historial de cada dispositivo.
3. *Monitoreo continuo:* Evaluaciones periódicas para verificar la efectividad de las inspecciones y realizar mejoras según los hallazgos.

La implementación de estas estrategias permitirá reducir la cantidad de material desperdiciado de los dispositivos al optimizar el transporte y almacenamiento en lo que respecta al trabajo en la planta. La combinación de estas medidas contribuirá a minimizar pérdidas, mejorar la

eficiencia del proceso y garantizar que los dispositivos sean desensamblados en su máxima capacidad.

5.2 CONTROLAR

A continuación, se presentan una serie de herramientas que permitirán el logro y mantener la eficacia de las propuestas planteadas en función de la disminución de scrap durante el proceso de destrucción de marca de la línea Beluga.

5.2.1. Diagrama Gantt para Propuesta basada en Análisis de Estándares Operativos (SOPs)

El Diagrama de Gantt es una herramienta visual fundamental en la gestión de proyectos, permitiendo planificar, programar y monitorear las actividades a lo largo del tiempo. En el contexto de la implementación de la propuesta basada en Procedimientos Operativos Estándar (SOPs), esta herramienta facilitará el control del cumplimiento de plazos, la correcta asignación de recursos y la supervisión de hitos clave. El objetivo principal del Diagrama de Gantt es proporcionar una representación clara y estructurada del progreso de la implementación de la propuesta. El Diagrama de Gantt está diseñado con las siguientes secciones clave:

- *Tareas y actividades:* Se detallan todas las acciones necesarias para la implementación de la propuesta, desde el diseño de SOPs hasta la evaluación de su efectividad.
- *Duración estimada:* Se define el tiempo requerido para completar cada actividad.
- *Dependencias:* Se establecen relaciones entre actividades para optimizar la secuencia de ejecución y evitar retrasos.
- *Línea de tiempo:* Representa de manera visual el inicio y finalización de cada actividad, facilitando el seguimiento del proyecto.

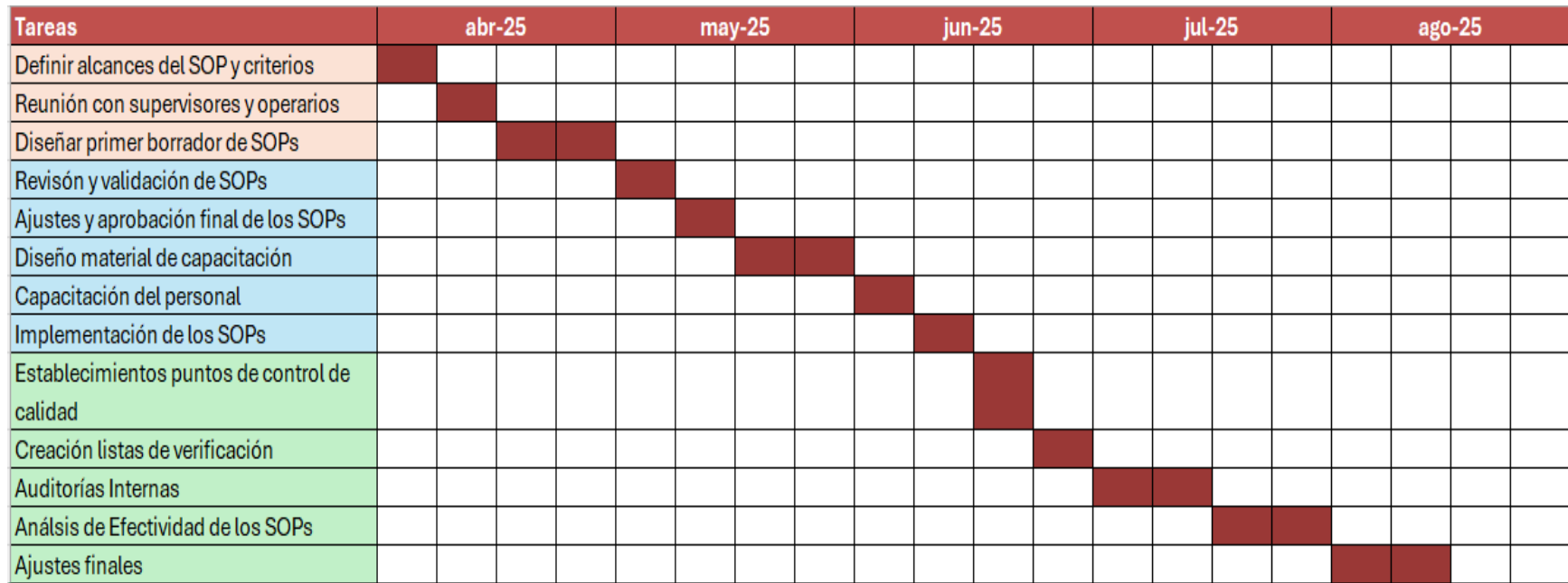
Se plantean tres fases a saber:

- **Fase 1: Planificación (Abril 2025)**
 - Definir el alcance del SOP y los criterios de clasificación (1 semana)
 - Reunión con supervisores y operarios para recolectar información sobre el proceso actual (1 semana)
 - Diseñar el primer borrador de los SOPs (2 semanas)
- **Fase 2: Desarrollo e Implementación de SOPs (Mayo - Junio 2025)**
 - Revisión y validación del borrador con operarios y supervisores (1 semana)
 - Ajustes y aprobación final de los SOPs (1 semana)

- Diseño de material de capacitación (manuales, guías, listas de verificación, presentaciones, videos) (2 semanas)
- Capacitación del personal en los nuevos SOPs (2 semanas)
- Implementación de los SOPs en la línea Beluga (1 semana)
- **Fase 3: Monitoreo y Control (Julio - Agosto 2025)**
 - Establecimiento de puntos de control de calidad (1 semana)
 - Creación de listas de verificación para las inspecciones (1 semana)
 - Realización de auditorías internas para evaluar el cumplimiento de los SOPs (2 semanas)
 - Recopilación y análisis de datos sobre la efectividad de los SOPs (2 semanas)
 - Ajustes finales y optimización del proceso (2 semanas).

Entre los beneficios que se esperan se tiene una visualización del progreso que permite monitorear el estado de cada actividad, optimización de recursos al distribuir eficientemente los recursos humanos y una mejora en la coordinación proporcionando una ruta común para los involucrados. A continuación, en la Figura 5.4, se presenta el Diagrama de Gantt que detalla la planificación y seguimiento de la implementación de la propuesta basada en Análisis de Estándares Operativos (SOPs).

Figura 5.5 Gantt Propuesta 1



Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.2.2. Estrategia de Control para la Implementación del VSM

Para garantizar que las mejoras implementadas a través del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) sean efectivas y sostenibles en el tiempo, se establecerán mecanismos de control basados en el monitoreo de indicadores clave de desempeño (KPIs), auditorías de proceso y retroalimentación del personal operativo. Como propósito de esta fase se establece verificar la efectividad del nuevo flujo de trabajo y distribución del área, asegurando que los tiempos de ejecución, la reducción de movimientos y la productividad se optimicen de manera continua. Para esto se señalan diversas acciones:

1. **Monitoreo de Indicadores de Desempeño (KPIs):** Se han definido los siguientes KPIs para evaluar la implementación del VSM y su impacto en la eficiencia del proceso de desensamble:

Tabla 5.4 Indicadores de KPIs

Indicador	Fórmula	Meta Esperada	Frecuencia de Evaluación	Responsable
Tiempo total del proceso	\sum (tiempo de cada actividad)	Reducción del 20% respecto al estado actual	Primera semana luego Mensual por muestreo	Supervisor de Producción
Número de movimientos innecesarios eliminados	Movimientos antes - Movimientos después	Reducción de al menos 30%	Mensual (muestreo)	Environment Safety & Health Specialist
Productividad por operario	Dispositivos desensamblados / hora	Aumento del 15% respecto al estado inicial	Mensual (muestreo)	Supervisor de Producción
Tiempos de espera en cada etapa	\sum (tiempos de espera) / número de dispositivos	Reducción del 50% en comparación con el estado inicial	Mensual (muestreo)	Environment Safety & Health Specialist

Cumplimiento del flujo optimizado	(Número de procesos siguiendo el flujo óptimo / total de procesos) * 100	95% de cumplimiento del flujo optimizado	Mensual (muestreo)	Supervisor de Producción
Satisfacción del personal con los cambios	Encuesta de satisfacción (escala 1-5)	80% de operarios con satisfacción ≥ 4	Mensual (muestreo)	Recursos Humanos

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los KPIs es un trabajo en conjunto con diferentes operarios del área, la idea general es un monitoreo periódico donde las metas serán expresadas en una pizarra en un punto estratégico indicando si se logró alcanzar o no, y en caso de que no, que se realicen intervenciones necesarias, como por ejemplo las que se detallan a continuación.

2. **Auditorías Periódicas del Proceso:** Para asegurar la adherencia a los nuevos procedimientos y detectar posibles desviaciones, se llevarán a cabo auditorías internas mensuales. Además, se considerará:
 - *Áreas evaluadas:* Distribución del espacio, reducción de tiempos de transporte, cumplimiento de SOPs, flujo de trabajo sin interrupciones.
 - *Responsables:* Supervisor de Producción y Environment Safety & Health Specialist.
 - *Criterios de evaluación:* Comparación entre el flujo de trabajo diseñado y la ejecución real, entrevistas con operarios, observaciones directas.
3. **Retroalimentación del Personal Operativo:** Se implementarán reuniones de “acción rápida” cada tres semanas al principio de ejecución del nuevo proceso para recoger sus impresiones sobre el nuevo flujo de trabajo. En estas sesiones se analizarán experiencias relacionadas a dificultades operativas no previstas, requerimientos de ajustes en la disposición del espacio o equipos, percepción de mejora en su carga de trabajo y sugerencias para futuras optimizaciones.
4. **Presentación y Ajustes:** Se complementará la revisión de los SOPs con anotaciones consolidando los datos de los KPIs y los hallazgos de las auditorías, el logro de las metas se resaltarán en la pizarra en punto estratégico. En caso de que alguno de los indicadores clave no alcance la meta esperada, se analizarán las causas y se realizarán ajustes en la planificación del flujo de trabajo con base en las acciones de los puntos anteriores.

El control del VSM es esencial para asegurar que los cambios en la distribución del área y el flujo de trabajo generen mejoras tangibles en la eficiencia del proceso. A través del monitoreo de KPIs, auditorías y la retroalimentación del personal, se podrá garantizar que las mejoras no solo se implementen, sino que se mantengan y evolucionen en función de nuevas oportunidades de optimización.

5.2.3 Mapa de Riesgos en la Reducción de Daños a Componentes

Para evaluar y gestionar los riesgos asociados al daño de componentes en las fases de almacenamiento, transporte interno y recepción de dispositivos, se implementa un mapa de riesgos. Este mapa permite identificar, categorizar y mitigar posibles eventos que pueden afectar la eficiencia del proceso de destrucción de marca.

El mapa de riesgos se construye considerando la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo y su impacto potencial sobre la operación. Además, se incluyen medidas de contingencia que permiten reducir la probabilidad y/o mitigar el impacto de cada riesgo identificado.

Tabla 5.5 Mapa de Riesgos en la Reducción de Daños a Componentes

Riesgo Identificado	Probabilidad	Impacto	Acciones Preventivas	Medidas de Contingencia
Golpes o caídas de componentes por almacenamiento inadecuado	Alta	Alto	Reorganización del área de almacenamiento, uso de empaques especializados	Implementación de inspecciones periódicas y protocolos de almacenamiento
Deterioro por manipulación inadecuada en transporte interno	Media	Alto	Capacitación en técnicas de manipulación, uso de bandejas con amortiguación	Revisión periódica de equipos de transporte y ajuste de protocolos
Daños por rutas de transporte ineficientes	Baja	Medio	Diseño de rutas optimizadas, reducción de distancias en la planta	Evaluaciones de flujo logístico y reajuste de rutas
Recepción de dispositivos con daños variables	Alta	Medio	Implementación de inspecciones estandarizadas y listas de verificación (SOPs)	Registro digital de dispositivos para trazabilidad y análisis de proveedores
Falta de control en la verificación de daños	Baja	Medio	Digitalización de registros de inspección y	Auditorías y revisiones constantes para garantizar cumplimiento

			estandarización de procesos	
--	--	--	-----------------------------	--

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El mapa de riesgos se construye en una matriz de colores donde cada riesgo se ubica en función de su probabilidad e impacto siguiendo la siguiente estructura:

Tabla 5.6 Estructura matriz de riesgo

<i>Probabilidad/Impacto</i>	Bajo Impacto	Medio Impacto	Alto Impacto
<i>Baja Probabilidad</i>	■	■	■
<i>Media Probabilidad</i>	■	■	■
<i>Alta Probabilidad</i>	■	■	■

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Donde el color rojo representa riesgos críticos, naranjas significativos, amarillos moderados y verde controlables. A partir de lo anterior, se presenta el mapa de riesgos según la tabla 5.5.

Figura 5.5 Matriz de riesgos

Probabilidad / Impacto	Bajo Impacto	Medio Impacto	Alto Impacto
Baja probabilidad	-	-	Deterioro por manipulación inadecuada en transporte interno
Media Probabilidad	Falta de control en la verificación de daños	Daños por rutas de transporte ineficientes	-
Alta probabilidad	-	Recepción de dispositivos con daños variables	Golpes o caídas de componentes por almacenamiento inadecuado

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La matriz de riesgos permite visualizar de manera clara y estructurada los principales factores que pueden comprometer los componentes en las distintas fases del proceso de destrucción. Gracias a esta herramienta, es posible anticiparse a los eventos de mayor criticidad y actuar proactivamente en la implementación de acciones preventivas.

Además, el mapa de riesgos no solo permite priorizar las amenazas más críticas, sino que también refuerza la necesidad de adoptar un enfoque integral de control y mejora continua. Las

acciones preventivas y medidas de contingencia establecidas en la matriz contribuyen a minimizar las pérdidas, optimizar los procesos y garantizar una operación más segura y eficiente.

5.2.4. Modelo ADKAR

Para gestionar eficazmente la resistencia al cambio en la implementación de mejoras dentro del proceso de destrucción de marca en la línea Beluga, se recomienda adoptar el modelo **ADKAR**. Esta metodología estructurada permitirá asegurar la transición hacia los nuevos procedimientos de manera ordenada y efectiva, minimizando la resistencia del personal y garantizando la sostenibilidad de los cambios en el tiempo. Una representación adaptada al proceso de Anton se muestra a continuación:

Figura 5.6 Modelo ADKAR



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La adopción de esta estrategia facilitará la transición del personal hacia los nuevos procedimientos de manera estructurada y efectiva. A través de la capacitación, el acompañamiento y la retroalimentación constante, se logrará minimizar la resistencia y asegurar que los beneficios de las mejoras sean sostenibles en el tiempo. Esta metodología va alineada a las propuestas de monitoreo constante para una correcta adopción de las mejoras propuestas.

5.2.5 Análisis del Retorno de Inversión ROI

El análisis del retorno de inversión (ROI) para las propuestas de mejoras presentadas en este proyecto posee una particularidad que, a diferencia de otros proyectos donde los beneficios pueden medirse directamente en términos monetarios, en este caso, el ROI se enfoca en la optimización del tiempo y la eficiencia operativa lograda con la implementación de las mejoras en el proceso de destrucción de marca del dispositivo Beluga.

Por a la naturaleza del proyecto, el beneficio se relaciona con la reducción del tiempo empleado en los procesos de desmantelamiento y la eliminación de reprocesos ineficientes. Los operarios que están directamente relacionados con el desmantelamiento del dispositivo participarán de más actividades que las asignadas actualmente. Así, se considerará la inversión en materiales y mano de obra de parte de los operarios como los principales costos, mientras que el beneficio se calculará con base en el tiempo ahorrado en la correcta implementación de las mejoras. Para el cálculo del ROI, se utilizará la siguiente fórmula:

$$ROI = \frac{\text{Costo de Implementación}}{\text{Inversión total (tiempo)}}$$

Inversión en Equipos y Materiales

La siguiente tabla detalla los costos estimados de los materiales y equipos necesarios para la implementación de la mejora en la reducción de daños en los componentes, las otras propuestas no requieren de inversión.

Tabla 5.7 Inversión en equipos y materiales

Equipo/Material	Cantidad	Costo unitario (CRC)	Costo total (CRC)
Carritos especializados	4	150,000	600,000
Bandejas acolchonadas	10	25,000	250,000
Espumas protectoras (rollos)	5	40,000	200,000
Separadores modulares	3	75,000	225,000
Señalización y organización	1	100,000	100,000
Total, inversión en equipos			1,375,000

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Costo por Mano de Obra

La siguiente tabla considera el costo del tiempo invertido por los operarios encargados de la implementación de las mejoras en el proceso de destrucción de marca del dispositivo Beluga.

Según la fase 2 del diagrama de Gantt, la capacitación del personal en los nuevos SOPs toma 2 semanas, para esto se considerará media jornada laboral (es decir, 4 horas por día), la tabla a continuación resume el tiempo invertido por los operarios para la inversión inicial.

Tabla 5.8 Mano de obra

Operario	Horas semanales	Días laborados por semana	Salario por hora (CRC)	Costo total (CRC)
Operario 1	24	6	3,518	168,864
Operario 2	24	6	3,518	168,864
Operario 3	24	6	3,518	168,864
Operario 4	24	6	3,518	168,864
Total	96		-	675456

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Cálculo del ROI (Retorno de Inversión)

Para calcular el ROI se considera la inversión total en materiales y mano de obra junto con el beneficio generado en la optimización de los procesos. Donde el numerador se compone por la suma de los costos de inversión y el denominador los costos con base en el tiempo invertido en las capacitaciones (48 horas durante las dos semanas*salario por hora*cantidad de operarios).

$$ROI = \frac{1,375,000+675456}{48h*3518*4} = \frac{2050456}{675456} = 3,03 \text{ (meses)}$$

El análisis del retorno de inversión para la implementación de las mejoras en la destrucción de marca del dispositivo Beluga indica que la inversión realizada en equipos y mano de obra será recuperada en aproximadamente poco más de 3 meses. Esto significa que los beneficios en términos de eficiencia y reducción de reprocesos comenzarán a generar un impacto positivo en un corto plazo, mostrando viabilidad y efectividad de las propuestas de mejora presentadas.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

Conclusiones

- Se utilizó la línea Beluga para representar el flujo de trabajo en el proceso de destrucción de marca, lo que permitió identificar tiempos improductivos, puntos críticos y cuellos de botella que generan retrasos en la operación y aumentan el riesgo de daños en los componentes. Este análisis evidenció la necesidad de optimizar la distribución de tareas y mejorar la eficiencia del proceso.
- Mediante el estudio de trabajo, se detallaron las actividades involucradas en cada fase del proceso, permitiendo detectar ineficiencias operativas relacionadas con tiempos muertos, reprocesos y malas prácticas en la manipulación de los dispositivos. Estas deficiencias impactan directamente en la recuperación de materiales reutilizables o coprocesables, afectando la sostenibilidad del proceso y la reducción de desperdicios.
- El análisis detallado del proceso de destrucción de dispositivos de la línea Beluga permitió identificar diversas deficiencias que afectan su eficiencia y productividad. A través de herramientas como la lluvia de ideas, el Diagrama de Ishikawa y la técnica de Multivoto, se lograron clasificar y priorizar las principales causas que contribuyen al desperdicio de materia prima y a las ineficiencias operativa.
- Se determinó que la clasificación inconsistente de los componentes es el principal factor que impacta negativamente el proceso. La falta de estándares claros genera variabilidad en la forma en que los operarios separan los materiales, lo que no solo aumenta los tiempos de procesamiento, sino que también eleva la pérdida de recursos aprovechables o coprocesables.
- La distribución ineficiente del área de trabajo se identificó como una barrera significativa para la optimización del flujo operativo. La disposición actual de los espacios y la ubicación de las estaciones de trabajo generan desplazamientos innecesarios y acumulación de materiales, afectando la continuidad del proceso y generando tiempos muertos.
- La variabilidad en la calidad de los dispositivos que llegan al área de destrucción se destacó en las causas. Las diferencias en el estado de los componentes, producto de un

almacenamiento inadecuado o deficiencias en el transporte, dificultan la estandarización de los procedimientos y generan desperdicio adicional de materia prima.

- La falta de automatización en tareas clave del desarme y clasificación contribuye a la repetición de procesos manuales poco eficientes. Esto no solo incrementa el tiempo necesario para completar cada ciclo, sino que también reduce la capacidad de respuesta ante volúmenes de trabajo variables y aumenta la carga operativa del personal.
- Se evidenció la necesidad de mejorar la capacitación de los operarios en aspectos técnicos y organizativos. La ausencia de protocolos claros y la falta de reuniones periódicas afectan la comunicación interna influyen en la capacidad del equipo para adaptarse a cambios o resolver problemas de manera eficiente.
- La implementación de Procedimientos Operativos Estándar (SOPs) contribuirá a mejorar la consistencia en la clasificación y el control de calidad, asegurando criterios uniformes y reduciendo retrabajos. La aplicación del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) permitirá reorganizar las estaciones de trabajo y eliminar tareas redundantes, optimizando tiempos y movimientos en el proceso de desensamble. Las mejoras en almacenamiento y transporte interno reducirán el daño a los componentes, minimizando pérdidas y asegurando la reutilización eficiente de materiales.
- Se concluye que la implementación de medidas de mejora enfocadas en la estandarización de procedimientos, la optimización del espacio de trabajo, la incorporación de mecanismos de automatización y el fortalecimiento de la capacitación del personal contribuirá significativamente a reducir desperdicios, mejorar la eficiencia operativa y optimizar el proceso de destrucción de dispositivos de la línea Beluga.

Recomendaciones

- Se recomienda reorganizar las áreas de almacenamiento con un sistema visual que facilite la identificación rápida de los dispositivos y reduzca los tiempos de búsqueda.
- Estandarizar las rutas de transporte interno y capacitar al personal en técnicas de manipulación adecuadas para reducir el impacto de movimientos bruscos en los dispositivos.

- Digitalizar el control de recepción de dispositivos mediante registros automatizados y listas de verificación, facilitando la trazabilidad y el análisis en la variabilidad de los daños de los dispositivos entrantes.
- Realizar auditorías y monitoreos periódicos sobre el cumplimiento de las medidas de control establecidas en el mapa de riesgos, ajustando las estrategias según los hallazgos obtenidos.
- Fomentar una cultura de mejora continua mediante la capacitación del personal y la revisión periódica de los procedimientos operativos. La implementación de un sistema de retroalimentación permitirá identificar oportunidades de optimización y fortalecer la eficiencia del proceso de destrucción de marca.

REFERENCIAS

- American International University. (2024). *Métodos de investigación y contenido de la investigación: Una guía completa*. AIU. Revisado 3 de octubre, 2024. <https://www.aiu.edu/es/blog/metodos-de-investigacion-y-contenido-de-la-investigacion-una-guia-completa>
- Benavente, J., y Hernández, A. (2014). Propuesta de mejora para la reducción de desperdicios en una línea de ensamble de filtros sellados. *Caso: Empresa Affinia Venezuela CA*. <http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/5662/1/jubeanhe.pdf>
- Cercado, J., Roncal, K. y Coronado, M. (2020). Plan de mejora en la gestión operativa para reducir costos de la empresa Shalom Empresarial SAC Chiclayo. *TZHOECOEN*, 12(3), 348-359. <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1332>
- Ponce Talancón, H. La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales" en *Contribuciones a la Economía*, septiembre 2006. Texto completo en <http://www.eumed.net/ce/Consumt>. (2023). *Árbol de calidad*. <https://www.consuunt.es/arbol-de-calidad/>
- De Saeger, A. (2018). *El diagrama de Ishikawa: Solucionar los problemas desde su raíz*. Traducción: Marta Sánchez Hidalgo. Titivillus.
- García Martínez, E. M. (2023). Aplicación del diagrama de Pareto para la priorización de problemas en la industria agroalimentaria. <https://riunet.upv.es/handle/10251/194736>
- Garza Ríos, R. C., González Sánchez, C. N., Rodríguez González, E. L., y Hernández Asco, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22, 19-35. <https://www.redalyc.org/pdf/2331/233148815002.pdf>
- Gobierno de Costa Rica. (2016). *Reglamento para el registro, clasificación, importación y control de equipos y materiales biomédicos (Decreto N° 34482-S)*.
- Hologic. (2024). *Hologic's Sustainability Commitment Continues to Grow Worldwide*. New Details. [Hologic, Inc. - Hologic's Sustainability Commitment Continues to Grow Worldwide](https://www.hologic.com/sustainability)
- Hopkin, P. (2018). *Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management*. Kogan Page Publishers.

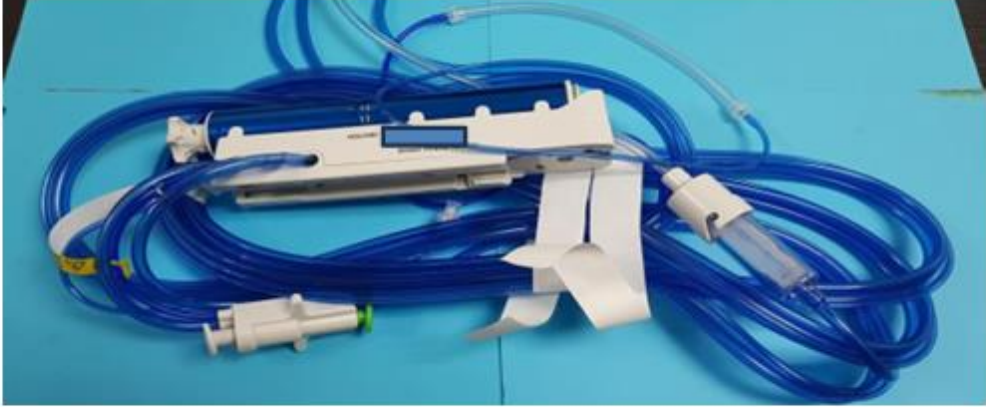






- IBM. (2021, 7 de diciembre). *Gráficos de barras*. En *IBM SPSS Statistics Documentation*.
<https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/beta?topic=types-bar-charts>
- Ledezma, C. (2009). *Informe final de proyecto: Desarrollo de estándar de administración profesional de proyectos para Hologic Surgical Products Costa Rica* Instituto Tecnológico de Costa Rica. Programa de Maestría en Gerencia de Proyectos. [Repositorio TEC](#).
- Manufacturing.net. (2024). *The Importance of Sustainability in Manufacturing*.
[Manufacturing.net](#).
- Medina, M., Rojas, R., y Bustamante, W. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <http://coralito.umar.mx:8383/jspui/handle/123456789/1539>
- Meyers, F. E., & Stewart, J. R. (2020). *Motion and time study for lean manufacturing*. Pearson.
- Miro. (s.f.). *Gráfico de barras: Qué es, cómo hacerlo y ejemplos*. Recuperado de
<https://miro.com/es/graficos/que-es-grafico-barras/>
- Murugaiyah, U., Jebaraj Benjamin, S., Srikamaladevi Marathamuthu, M., y Muthaiyah, S. (2010). Scrap loss reduction using the 5-whys analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(5), 527-540. [\(PDF\) Scrap loss reduction using the 5-whys analysis \(researchgate.net\)](#)
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Recuperado el 1 de octubre de 2024.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.
- Navarro A. (2024). *Overcoming Waste Management Challenges in Costa Rica: Evaluating Practices, Government Initiatives, and Future Strategies*. Preprints.
<https://doi.org/10.20944/preprints202408.0274.v6>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2018). *Methods, standards, and work design*. McGraw-Hill.
- Ramírez, R. (2011). *Gestión de desechos de los productos de control de contaminación en la industria de dispositivos médicos en Costa Rica*.
<https://repositorio.ulacit.ac.cr/bitstream/handle/20.500.14230/6743/041812.pdf?sequence=1>
- Roberts, H. (2022). *Take-Make-Destroy: Exploring Unsustainable Production-Consumption Systems and Policies to Address Product Destruction* [Tesis de maestría, Lund University].
Lund University Publications.

<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=9096483&fileOId=9096484>

- Roberts, H., Milios, L., Mont, O., y Dalhammar, C. (2023). Product destruction: Exploring unsustainable production-consumption systems and appropriate policy responses. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 300-312. [Product destruction: Exploring unsustainable production-consumption systems and appropriate policy responses - ScienceDirect](#)
- Sabatés, L. A., y Roca, J. S. (2020). La revisión de la literatura científica. *Universitat Autònoma de Barcelona*, 1(1), 1-22. https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2020/222109/revliltcie_a2020.pdf
- Salas-Murillo, A. (2022). Diseño de propuestas de solución para un aumento de la eficiencia en la producción y disminución del desperdicio del estator 1213-1-095-05. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14484>
- Salazar López, B. (2019). *Estudio del trabajo*. Ingeniería Industrial Online. <https://ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/estudio-del-trabajo/>
- Segura, J. (2024). *Metodología para el desarrollo de dispositivos médicos en Costa Rica, fluxus mask ventilador no invasivo* (Tesis de Maestría). <https://hdl.handle.net/10669/91101>
- Shingo Institute. (s.f.). *The Shingo Model (Version 15.0)*. Utah State University. <https://rezascave.com/blog/wp-content/uploads/2024/01/Shingo-Model-booklet-v15.pdf>
- Torres Arriaga, M. G. (2019). Análisis Pestel. <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/2973>
- Zakaria, N. H., Mohamed, N. M. Z., Ab Rahid, M. F. F., & Mohd Rose, A. N. (2023). *Lean manufacturing implementation in reducing waste for electronic assembly line*. *Journal of Mechanical Engineering and Automation*, 15(3), 45-52. https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/04/mateconf_aigev2017_01048/mateconf_aigev2017_01048.html

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DE LA LÍNEA BELUGA

ANTON FICHA TÉCNICA DE DEENSAMBLE Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	
Cliente: Anton	Fecha de Revisión: 22/09/2024
Nombre del ensamble: DES-HG-BELUGA-01	
FOTO DEL ENSAMBLE	
	
PROPUESTA DE DEENSAMBLE	
	
Pieza 1	Pieza 2
	
Pieza 3	Pieza 4
	
Pieza 5	Pieza 6

ANTON

FICHA TÉCNICA DE DESENSAMBLE Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Cliente: Anton

Fecha de Revisión: 22/09/2024

Nombre del ensamble: DES-HG-BELUGA-01



Pieza 7



Pieza 8



Pieza 9



Pieza 10



Pieza 11



Pieza 12



Pieza 13

DETALLE DE OPERACIONES

Número	Operación	Herramienta	Tiempo (s)
1	Cortar para obtener Pieza 1.	Tijera.	
2	Cortar para obtener Pieza 2.	Tijera.	
3	Cortar para obtener Pieza 3.	Tijera.	
4	Cortar para obtener Pieza 4.	Tijera.	
5	Cortar para obtener la unión de Pieza 5, Pieza 6 y Pieza 7.	Tijera.	
6	Cortar para obtener Pieza 8.	Tijera.	
7	Cortar para obtener la unión de Pieza 9 y Pieza 10.	Tijera.	

ANTON					
FICHA TÉCNICA DE DESENSAMBLE Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS					
Cliente: Anton			Fecha de Revisión: 22/09/2024		
Nombre del ensamble: DES-HG-BELUGA-01					
8	Sacar Pieza 10 de Pieza 9.			Manual.	
9	Cortar para obtener Pieza 11.			Tijera.	
10	Cortar para obtener Pieza 12.			Tijera.	
11	Sacar Pieza 5 de Pieza 6 y Pieza 7.			Destornillador.	
12	Separar Pieza 6 y Pieza 7.			Punzón.	
Total:					40,00
DETALLE DE DISPOSICIÓN					
Número	Material	Disposición	Peso (g)	Valor de Rescate Unitario (\$/g)	Valor total de rescate (\$/kit)
1	RDF	Recuperación Energética	23,00	-	-
2	RDF	Recuperación Energética	1,30	-	-
3	RDF	Recuperación Energética	8,00	-	-
4	RDF	Recuperación Energética	9,00	-	-
5	RDF	Recuperación Energética	178,00	-	-
6	ABS+PC	Economía Circular	30,00	0,0001	0,004
7	RDF	Recuperación Energética	35,00	-	-
8	RDF	Recuperación Energética	19,10	-	-
9	RDF	Recuperación Energética	3,30	-	-
10	HDPE	Economía Circular	1,00	0,0002	0,0002
11	RDF	Recuperación Energética	6,00	-	-
12	RDF	Recuperación Energética	4,10	-	-
13	PVC Flexible Color	Economía Circular	262,00	0,001	0,21
Total:					0,21
PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN					
Recuperable: 75,53%		Coprocesable: 24,77%		No recuperable: 0,00%	
ANÁLISIS DE INVERSIÓN					
Costo de recuperación (\$/kit):	0,03	Valor de Rescate (\$/Kit):	0,21	Utilidad (\$/kit):	0,18
Cantidad a procesar (un):	-	Inversion Total (\$):	-	Utilidad (\$):	-
Decisión final de disposición: Se realiza el desensamble para asegurar la destrucción total del dispositivo y marca.					
NOMBRE Y FIRMA DE RESPONSABLES					
Responsable	Nombre			Firma	
Producción					
Investigación y Desarrollo					
Gestión Ambiental					
Gerencia General					