

Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico de Apizaco

Proyecto Residencias Profesionales

Nombre del proyecto:

Análisis para la Reducción de Scrap y Mejora en la Eficiencia Productiva

Presenta:

Emmanuel Davila Fernández

Carrera:

Ingeniería Mecatrónica

Numero de Control:

19370060

Asesor Interno:

Jorge Aguilar Vázquez

Asesor Externo:

Iván Roberto Mariscal López

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a **Hovomex S.A. de C.V.**, por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto en un entorno profesional que me permitió aplicar y fortalecer mis conocimientos en el área de ingeniería de procesos y mejora continua. Mi gratitud también se extiende a todo el equipo de trabajo de la empresa, en especial a **Iván Mariscal**, quien con su orientación, apoyo y experiencia me guió a lo largo de este proceso, facilitando mi aprendizaje y permitiéndome desarrollar habilidades clave para mi formación profesional.

Agradezco profundamente a mi asesor académico, cuyo acompañamiento, consejos y conocimientos fueron fundamentales para la correcta ejecución de este proyecto. Su guía me permitió estructurar y fundamentar de manera sólida cada etapa del trabajo, asegurando que se cumplieran los objetivos planteados.

Asimismo, quiero dedicar un agradecimiento especial a mis padres y abuelos, quienes han sido mi pilar en este camino, brindándome su apoyo incondicional, motivación y enseñanzas invaluable. Gracias a su confianza y respaldo, he logrado superar cada desafío y avanzar en mi formación académica y profesional.

A todos los que, de una u otra forma, contribuyeron al desarrollo de este proyecto, les expreso mi más sincera gratitud.

RESUMEN

*El proyecto de residencia profesional titulado "**Análisis para la reducción de scrap y mejora en la eficiencia productiva**" tiene como objetivo optimizar los procesos de producción en una empresa papeleras mediante la implementación de herramientas y técnicas avanzadas de ingeniería, enfocadas en la reducción del desperdicio (scrap) y el aumento de la eficiencia productiva.*

*A través de un **análisis exhaustivo del sistema productivo**, se buscará identificar los puntos críticos en los que se generan defectos en el papel. Se utilizarán técnicas de diagnóstico y análisis de datos para **identificar las causas raíz** de los principales defectos que generan scrap, incluyendo problemas relacionados con la maquinaria, el control de procesos y el manejo de materiales.*

Se diseñarán e implementarán **soluciones tecnológicas y sistemas de control automáticos** que optimicen los procesos, minimizando la producción de scrap y mejorando la eficiencia global del sistema. El proyecto también contempla la creación de **nuevos reportes de monitoreo** para facilitar el análisis en tiempo real del rendimiento del proceso, utilizando herramientas digitales y sistemas integrados de monitoreo.

El proyecto contribuye tanto a los aspectos técnicos como económicos de la empresa, al reducir costos asociados al desperdicio, mejorar la calidad del producto final y aumentar la sostenibilidad de las operaciones. Además, este trabajo será una demostración del uso de **tecnologías mecatrónicas**

INDICE

Introducción	1
Descripción de la empresa y del área de trabajo del estudiante.....	3
Problema a resolver	4
Delimitación	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	6
Justificación	6
Marco teórico.....	7
Desarrollo	17
Contexto del Problema	17
Descripción del proceso de producción	19
Análisis de Documentos de Reporte de Scrap	22
Mejora de documento de reporte de Scrap	27
Monitoreo Diario.....	34
Metodología A3 para la reducción de Scrap	38
A3 para Corrugado aplastado	40
1.1. Clarificar el problema	40
1.2. Clarificar el problema: Visualización	41
2.1 Comprenda la situación actual: Proceso	42
2.2. Comprenda la situación actual: Desglose del problema.....	43
2.3. Comprenda la situación Actual: Diagrama ISHIKAWA	44
3. Fijar Objetivos.....	45
4. Análisis de la causa: 5 Porques?	46
5. & 6. Desarrollar Contramedidas y Ejecutarlas	47
7. Monitoreo de resultados.....	48
Resultados	49
Conclusión	53
Competencias desarrolladas y/o aprendidas.....	55
Referencias.....	57

Introducción

En la industria de la fabricación de papel, la eficiencia operativa es fundamental para mantener la competitividad en un entorno empresarial cada vez más exigente. Uno de los principales retos a los que se enfrentan las empresas productoras de papel es el scrap o desperdicio generado a lo largo del proceso de producción. El scrap no solo representa una pérdida económica significativa en términos de materiales no aprovechados, sino que también afecta la productividad, los costos operativos y el impacto ambiental de la organización. El proyecto titulado "Análisis para la Reducción de Scrap y Mejora en la Eficiencia Productiva" tiene como objetivo abordar este desafío de manera integral.

Este proyecto se desarrollará en el marco de las prácticas profesionales en la empresa Hovomex dedicada a la producción de papel, con la finalidad de identificar las causas raíz de los defectos que generan scrap y proponer soluciones viables para su reducción. A través de un enfoque estructurado y el uso de la metodología A3, se llevará a cabo un análisis detallado de los procesos productivos de la empresa, evaluando tanto los datos históricos como las observaciones en tiempo real del scrap generado. Esto permitirá identificar las etapas críticas del proceso donde se producen los mayores problemas de rendimiento y desperdicios.

La importancia de este proyecto radica en su potencial para mejorar no solo la eficiencia productiva, sino también en su capacidad para optimizar los recursos de la empresa, reducir costos y minimizar el impacto ambiental. El scrap, en cualquier forma, representa un uso ineficiente de materias primas, energía y mano de obra, lo que repercute directamente en la rentabilidad de la empresa y su sostenibilidad a largo plazo. Al implementar mejoras en las áreas críticas, se espera no solo una reducción del scrap, sino también un aumento en la eficiencia global del proceso productivo, lo que resultará en un mejor aprovechamiento de los recursos y un incremento en la calidad del producto final.

El proyecto consta de varias fases clave que incluyen la recolección y análisis de datos históricos sobre los niveles de scrap, la evaluación del proceso productivo actual, la identificación de los principales defectos generadores de scrap y la creación de nuevos reportes de desperdicio que permitirán un mejor seguimiento y control de la situación. A partir de esta información, se desarrollarán contramedidas específicas utilizando el enfoque de resolución de problemas A3, con el objetivo de atacar directamente las causas raíz de los problemas identificados.

Además, el proyecto incluirá la elaboración de reportes diarios de scrap y KPI's (Indicadores Clave de Desempeño) para monitorear los avances en la reducción del desperdicio y la mejora de la eficiencia. Estos reportes permitirán evaluar de manera continua el impacto de las medidas implementadas y realizar ajustes necesarios en tiempo real. A lo largo del proyecto, se llevarán a cabo revisiones periódicas por parte del asesor interno para garantizar que las acciones estén alineadas con los objetivos generales y específicos del proyecto.

Este enfoque estructurado y basado en datos garantiza que las soluciones propuestas sean prácticas y viables dentro del contexto de la empresa. Al final del proyecto, no solo se habrá logrado una reducción significativa del scrap, sino que también se habrán generado recomendaciones a largo plazo que permitirán a la empresa continuar mejorando su eficiencia productiva y mantener una cultura de mejora continua.

En conclusión, el proyecto "Análisis para la Reducción de Scrap y Mejora en la Eficiencia Productiva" no solo abordará un problema crítico en la planta de producción, sino que también brindará beneficios a largo plazo para la organización, tales como una mayor rentabilidad, reducción de costos operativos, y una contribución positiva a la sostenibilidad ambiental. Este proyecto se convertirá en una base sólida para futuros esfuerzos de optimización y mejora dentro de la empresa.

Descripción de la empresa y del área de trabajo del estudiante

El proyecto se realizó en la empresa: Hovomex S.A. de C.V. en el área de Ingeniería de Procesos y Mejora Continua

Información de la empresa para la que se desarrolló el proyecto

Hovomex S.A. de C.V. tiene una historia interesante como parte del grupo Hollingsworth & Vose (H&V), una empresa global con una larga trayectoria en la producción de materiales avanzados de ingeniería.

Hovomex fue establecida como parte de la expansión de H&V en México. La empresa se ha centrado en la producción de papel y cartón para usos técnicos, incluyendo papel de filtro, lo que ha permitido su crecimiento y consolidación en el mercado mexicano.

Compromiso con la Calidad: La empresa ha mantenido un fuerte compromiso con la calidad y la sostenibilidad, lo que le ha permitido obtener diversas certificaciones y reconocimientos en la industria.

Como parte del grupo Hollingsworth & Vose, Hovomex se beneficia de la experiencia y los recursos globales de la empresa matriz, lo que le permite acceder a nuevas tecnologías y mercados.

Visión de la empresa

Creando un mundo más limpio y sostenible a través de soluciones innovadoras y materiales y diseños avanzados

Misión

Ser el líder mundial en nuestro campo

- Entregar calidad, servicio y valor de excelencia a nuestros clientes
- Enfoque en innovación, excelencia operacional y crecimiento global
- Proporcionar oportunidades y una vida laboral gratificante para nuestros colaboradores

Para hacer crecer a H&V como una compañía privada y rentable en el futuro

- Ser un buen ciudadano de nuestras comunidades y un buen administrador del medio ambiente
- Mantener una moderación financiera con reinversiones constantes
- Crear valor de largo plazo y aumento de los dividendos de nuestros propietarios

Valores

Integridad, Compromiso e Innovación

Problema a resolver

En la industria de fabricación de papel, uno de los principales desafíos que afecta tanto la productividad como la rentabilidad es el elevado nivel de scrap o desperdicio generado durante el proceso productivo. El scrap representa una pérdida directa de materiales, tiempo y recursos financieros, ya que cualquier defecto o ineficiencia en la línea de producción implica que los insumos utilizados no se aprovechen adecuadamente, resultando en productos no conformes que deben ser desechados o reprocesados.

En la empresa donde se llevará a cabo este proyecto, se ha identificado que los niveles de scrap han aumentado de manera significativa en los últimos meses, afectando no solo los costos operativos, sino también el cumplimiento de los estándares de calidad y la eficiencia general del proceso productivo. A pesar de los esfuerzos previos para mitigar el scrap, no se ha logrado una reducción sostenible, lo que sugiere la existencia de problemas subyacentes que aún no han sido resueltos de manera efectiva.

Entre las principales causas probables se encuentran defectos en la maquinaria, inconsistencias en los métodos operativos, falta de mantenimiento preventivo, deficiencias en el control de calidad y errores humanos. Estos factores no solo generan desperdicio de materia prima, sino que también provocan un uso ineficiente de la energía, tiempo de producción, y recursos humanos, lo que afecta negativamente la competitividad de la empresa en un mercado cada vez más exigente.

El problema principal que este proyecto busca resolver es la identificación de las causas raíz del scrap en el proceso de producción de papel, con el fin de reducir el desperdicio entre un 50% y 80% el Scrap dependiendo del tipo de defecto, mejorar la eficiencia operativa y optimizar el uso de los recursos disponibles. La falta de un análisis profundo y sistemático de los defectos y fallas dentro del proceso productivo ha impedido la implementación de soluciones sostenibles, lo que requiere un enfoque estructurado para la resolución de problemas utilizando metodologías como el A3.

En resumen, el proyecto abordará la ineficiencia productiva que genera el Scrap lo cual afecta la rentabilidad de la empresa, proponiendo soluciones basadas en el análisis de datos

y la mejora continua para lograr una reducción entre el 50 y 80% en el desperdicio dependiendo el tipo de defeco y una mayor optimización del proceso productivo.

Delimitación

Ámbito del Proceso: El análisis y las mejoras se limitarán al proceso de fabricación de papel específicas dentro de la planta, excluyendo otras áreas como el almacenamiento, distribución o procesos administrativos.

Tiempo de Ejecución: El proyecto se llevará a cabo durante un periodo de 16 semanas, coincidiendo con la duración de las prácticas profesionales, lo que implica un enfoque en mejoras de corto a mediano plazo.

Recursos Disponibles: Las propuestas de mejora estarán condicionadas a los recursos humanos, tecnológicos y financieros disponibles en la planta durante el periodo de ejecución del proyecto

Cobertura de Datos: El análisis se basará en datos históricos disponibles y en observaciones directas realizadas durante el proyecto. No se considerarán datos de periodos o procesos anteriores que no estén documentados o accesibles durante el tiempo de las prácticas.

Alcance del Proceso Analizado: El proyecto se centrará únicamente en la línea de producción de papel seleccionadas. No se incluirán procesos auxiliares, como logística, almacenamiento, o distribución, lo que puede dejar fuera aspectos que también influyen en la eficiencia general.

Impacto de las Mejores Propuestas:

El impacto de las mejoras implementadas será evaluado en un corto plazo durante las prácticas, lo que puede no reflejar completamente los beneficios o problemas potenciales que podrían surgir en el mediano o largo plazo.

Objetivo General

Reducir el Scrap (desperdicio) generado durante el proceso de fabricación de papel, través del análisis de procesos y el seguimiento a la implementación de mejoras basadas en la metodología A3.

Objetivos Específicos

- Identificar las causas principales del Scrap en la producción de papel, mediante la recopilación y análisis de datos históricos y observaciones directas en la línea de producción.
- Evaluar y mapear el proceso productivo actual para detectar áreas críticas de ineficiencia y puntos de generación de Scrap.
- Analizar los resultados de contramedidas efectivas utilizando la metodología A3, enfocadas en eliminar o reducir significativamente las causas raíz de los defectos.
- Implementar acciones para reducir defectos inmediatos, y analizar mejoras
- Medir y analizar el impacto de las mejoras implementadas en la reducción del Scrap y en la eficiencia global de la producción.

Justificación

La fabricación de papel es un proceso complejo que involucra múltiples etapas y variables, donde cualquier ineficiencia puede resultar en un aumento significativo de Scrap (desperdicio), lo que afecta negativamente la rentabilidad y sostenibilidad de la operación. El Scrap no solo representa una pérdida de material valioso, sino también de tiempo, energía, y recursos humanos, además de impactar en la calidad del producto final.

Este proyecto es fundamental para la empresa ya que se enfoca en la identificación y eliminación de las causas raíz de los principales motivos de Scrap, lo cual es crítico para mejorar la eficiencia productiva y reducir costos operativos. Mediante el uso de la metodología A3, el proyecto no solo permitirá una comprensión profunda de los problemas actuales en la línea de producción, sino que también proporcionará soluciones prácticas y sostenibles que pueden ser implementadas en el corto plazo.

Además, al medir y analizar el impacto de las mejoras propuestas, la empresa podrá validar la efectividad de las contramedidas y tomar decisiones informadas para futuras mejoras. La implementación de este proyecto no solo ayudará a optimizar el proceso de producción, sino que también contribuirá a fortalecer la competitividad de la empresa en el mercado, al ofrecer productos de alta calidad con un menor costo de producción.

Al identificar y eliminar las principales causas raíz del Scrap, se optimizan los procesos productivos, lo que se traduce en una mayor eficiencia y productividad.

Marco teórico

1. Introducción al Scrap y su Impacto en la Producción

El scrap es un término comúnmente utilizado en la industria manufacturera para referirse a los materiales o productos que no cumplen con los estándares de calidad y, por lo tanto, son desechados o reprocesados. Este material desperdiciado representa una pérdida significativa para la empresa, tanto en términos de costos directos como de productividad. En la industria del papel, el scrap puede surgir debido a defectos en la maquinaria, variaciones en las materias primas, errores en el proceso de producción o fallas en el control de calidad. [18]

El impacto del scrap en la producción es amplio. No solo afecta los costos operativos al incrementar el gasto en materia prima y energía, sino que también puede llevar a ineficiencias en el uso de la mano de obra y el tiempo de producción. A largo plazo, el scrap puede comprometer la rentabilidad de la empresa y su competitividad en el mercado. De acuerdo con García (2019), una gestión ineficiente del scrap puede afectar gravemente la sostenibilidad de los procesos productivos, ya que genera residuos que incrementan el impacto ambiental.

Calidad: Conjunto de características y atributos de un producto o servicio que satisfacen las necesidades y expectativas del cliente. En el caso del papel, la calidad se relaciona con propiedades como el blancura, la suavidad, la resistencia y la uniformidad. [7]

Eficiencia: Relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados (energía, materia prima, mano de obra) en un proceso productivo (Slack et al., 2004).

Productividad: Medida de la cantidad de bienes o servicios producidos por unidad de insumo (mano de obra, capital) en un período determinado (Heizer & Render, 2019).

Six Sigma: ¡Entendido! A continuación, te presento una profundización de los 12 conceptos de Six Sigma, con referencias en formato APA y mayor detalle:

2. Definición y Enfoque de Six Sigma

Six Sigma es una metodología de gestión enfocada en la mejora de procesos, basada en datos y con un fuerte enfoque en la reducción de la variabilidad y la eliminación de defectos. Su objetivo principal es alcanzar niveles de calidad excepcionales, buscando la perfección en los procesos. Se diferencia de otros enfoques por su rigurosidad estadística, su enfoque proactivo en la prevención de problemas y el compromiso de la alta dirección. El término "Six Sigma" proviene de la estadística, donde "sigma" (σ) representa la desviación estándar.

Un proceso con seis sigmas de calidad tiene una variabilidad tan baja que se espera solo 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO). [5]

Mantenimiento Productivo Total (TPM): Sistema de mantenimiento que involucra a todos los empleados en la mejora de la eficiencia y la confiabilidad de los equipos, con el objetivo de eliminar las pérdidas relacionadas con las averías y los tiempos de inactividad (Nakajima, 1988).

a. Metodología DMAIC

DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) es el ciclo central de Six Sigma, que guía la resolución de problemas y la mejora de procesos (Snee & Rodebaugh, 2002):

Definir (Define): Se delimita el problema u oportunidad, se define el alcance del proyecto, se identifican las necesidades del cliente (Voz del Cliente - VOC), se establecen objetivos medibles y se forma un equipo con roles definidos. Herramientas: SIPOC (Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas, Clientes), mapa de procesos, Project Charter, análisis de partes interesadas.

Medir (Measure): Se recolectan datos relevantes para establecer una línea base, se definen métricas clave (KPIs) y se evalúa la capacidad del sistema de medición (MSA). Herramientas: Diagramas de flujo, estudios de tiempo y movimiento, MSA (Análisis del Sistema de Medición), histogramas, diagramas de caja y bigotes.

Analizar (Analyze): Se analizan los datos para identificar las causas raíz del problema, utilizando herramientas estadísticas. Herramientas: Diagramas de Pareto, diagramas de Ishikawa, análisis de regresión, pruebas de hipótesis, ANOVA, diagramas de dispersión.

Mejorar (Improve): Se implementan soluciones para abordar las causas raíz, usando técnicas como diseño de experimentos (DOE), Kaizen, Poka-Yoke, y simulación. Herramientas: DOE, Kaizen, Poka-Yoke, simulación de procesos, análisis de costo-beneficio.

Controlar (Control): Se establecen controles para mantener las mejoras a largo plazo. Herramientas: Gráficos de control, planes de control, procedimientos operativos estándar (POE), gestión visual.

b. Herramientas de Six Sigma

Análisis de Pareto: Basado en el principio de Pareto (el 80% de los efectos son causados por el 20% de las causas), se utiliza para priorizar las acciones de mejora al identificar los pocos factores vitales que tienen el mayor impacto en el problema. [7]

Diagramas de Ishikawa (Diagrama de Causa-Efecto o Espina de Pescado): Permiten visualizar de forma estructurada las posibles causas de un problema, agrupándolas en categorías principales como las 5M (Mano de Obra, Máquina, Material, Método y Medio Ambiente) o las 6M (añadiendo Medición y Management/Gestión). [8]

Análisis de Regresión: Se utiliza para modelar la relación entre una variable dependiente (la variable que se quiere predecir o controlar) y una o más variables independientes (los factores que se cree que influyen en la variable dependiente).

Diseño de Experimentos (DOE): Es una metodología estadística que permite planificar y ejecutar experimentos de manera eficiente para identificar los factores que influyen significativamente en un proceso y optimizar sus parámetros para lograr los resultados deseados. [19]

c. Roles en Six Sigma

Champions: Son líderes de alto nivel que patrocinan y apoyan los proyectos Six Sigma, asegurando la asignación de recursos y la alineación con la estrategia de la organización.

Master Black Belts (MBB): Expertos en la metodología Six Sigma con un profundo conocimiento de las herramientas y técnicas. Su rol principal es capacitar, mentorizar y guiar a los Black Belts y Green Belts, además de liderar proyectos complejos a nivel estratégico.

Black Belts (BB): Líderes de proyectos Six Sigma que lideran equipos multifuncionales para resolver problemas complejos y lograr mejoras significativas en los procesos. Reciben una formación intensiva en la metodología.

Green Belts (GB): Miembros del equipo que participan activamente en proyectos Six Sigma, aplicando las herramientas y técnicas bajo la guía de un Black Belt. Reciben una formación intermedia.

Yellow Belts (YB): Empleados que tienen una comprensión básica de los conceptos y principios de Six Sigma y participan en actividades de mejora a nivel de equipo o departamento. [10]

3. Definición y Análisis de Scrap

Definición de Scrap:

El término scrap se refiere a los materiales desechados o desperdicios generados durante un proceso de producción. En el contexto industrial, incluye cualquier material que no cumple con las especificaciones de calidad y, por ende, no es apto para su uso previsto.

El scrap puede originarse por defectos en el diseño, errores en el proceso de fabricación o el manejo inadecuado de materiales. Su gestión es crucial para optimizar la eficiencia y reducir costos en las operaciones de manufactura. [9]

a) Importancia de Reducir el Scrap:

La reducción del scrap no solo disminuye el impacto ambiental, sino que también mejora la rentabilidad de las empresas al optimizar el uso de recursos. Según Montgomery (2019), un control eficiente del scrap puede contribuir significativamente a la sostenibilidad operativa al reducir costos asociados al manejo de residuos, energía y materia prima desperdiciada.

b) Herramientas para la Gestión de Scrap:

Herramientas como el análisis de Pareto, diagramas de Ishikawa y métodos estadísticos (p. ej., diagramas de control) se utilizan para identificar las causas raíz del scrap. Estas herramientas permiten a las organizaciones focalizar sus esfuerzos en las áreas críticas, lo que resulta en una mejora continua del proceso productivo. [5]

El análisis de scrap se realiza utilizando herramientas estadísticas y de control de calidad para identificar las causas principales de los defectos. Herramientas como los Diagramas de Causa-Efecto o Diagramas de Ishikawa, así como el Análisis de Pareto, permiten visualizar y priorizar los factores más críticos que contribuyen a la generación de scrap.

c) Generación de Scrap en la Producción de Papel:

En la industria del papel, el scrap se genera principalmente debido a defectos en el producto final, como irregularidades en el gramaje, desgarres, corrugados aplastados, problemas en el recubrimiento y desviaciones en las dimensiones estándar. Estos defectos pueden ocurrir en diferentes etapas del proceso, desde la preparación de la pulpa hasta el acabado del producto. [8]

d) Impacto del Scrap en la Industria Papelera:

El scrap tiene un impacto económico significativo en la industria del papel. Según Antony et al. (2017), las empresas enfrentan pérdidas financieras sustanciales debido al desperdicio de materiales y la necesidad de reprocesar productos defectuosos. Además, el manejo inadecuado del scrap puede aumentar los costos operativos al requerir mayor energía y recursos para desecharlo o reutilizarlo.

e) Métodos para Reducir el Scrap en la Industria Papelera:

En la industria del papel, la reducción del scrap se aborda mediante la implementación de metodologías como Six Sigma y Lean Manufacturing. Estas estrategias permiten



identificar las causas raíz de los defectos y optimizar las operaciones. Por ejemplo, el análisis estadístico de la variación en los procesos de recubrimiento y corte puede ayudar a detectar y eliminar fuentes de scrap antes de que afecten al producto final [9]

f) Economía Circular y Scrap en la Industria del Papel:

El manejo del scrap en esta industria también está vinculado a los principios de la economía circular, donde los residuos de papel se reutilizan o reciclan para crear nuevos productos, como bioenergía o compost. Este enfoque no solo reduce el impacto ambiental, sino que también añade valor a los subproductos del proceso de fabricación [5]

4. Metodología A3 en la Resolución de Problemas

¿Qué es la Metodología A3?

La metodología A3, también conocida como "Pensamiento A3" o "Reporte A3", es un enfoque estructurado de resolución de problemas y gestión de proyectos que se presenta en una sola hoja de papel tamaño A3 (420 x 297 mm). Desarrollada originalmente en Toyota como parte del Sistema de Producción Toyota (TPS), el A3 no se limita al formato físico, sino que representa un proceso de pensamiento lógico y colaborativo para la mejora continua (Shook, 2008)

Propósito y Beneficios del A3:

El A3 sirve para:

- Resolución estructurada de problemas: Proporciona un marco lógico para analizar problemas complejos e identificar soluciones efectivas.
- Comunicación efectiva: Facilita la comunicación visual y concisa entre los miembros del equipo y la dirección.
- Gestión de proyectos: Permite planificar, ejecutar y monitorear proyectos de mejora de manera eficiente.
- Desarrollo de personas: Fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el aprendizaje organizacional.
- Consenso y alineación: Promueve la participación y el acuerdo entre las partes interesadas. [14]

Componentes Clave de un A3:

Si bien no existe un formato rígido, un A3 típico incluye las siguientes secciones:

- Título y contexto: Describe brevemente el problema y su contexto.
- Antecedentes (Background): Proporciona información relevante sobre la situación actual, incluyendo datos, métricas y el impacto del problema.
- Situación actual (Current Condition): Describe el estado actual del proceso o la situación problemática con detalle, utilizando gráficos, diagramas y otros elementos visuales.
- Objetivos/Metas (Goals/Targets): Define los objetivos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con plazos definidos (SMART) que se buscan lograr con la solución.
- Análisis de la causa raíz (Root Cause Analysis): Identifica las causas fundamentales del problema utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa (espina de pescado), los 5 porqués o el análisis de Pareto.
- Contramedidas/Soluciones propuestas (Countermeasures/Proposed Solutions): Describe las acciones específicas que se implementarán para abordar las causas raíz.
- Plan de implementación (Implementation Plan): Detalla las tareas, responsables, fechas de inicio y fin, recursos necesarios y métricas de seguimiento.
- Seguimiento y resultados (Follow-up/Results): Monitorea el progreso de la implementación y evalúa la efectividad de las contramedidas. [15]

El Proceso de Creación de un A3:

La creación de un A3 es un proceso iterativo y colaborativo que generalmente sigue estos pasos:

Identificar el problema: Definir claramente el problema u oportunidad de mejora.

Formar un equipo: Reunir a las personas involucradas en el proceso o afectadas por el problema.

Recopilar información: Recopilar datos, realizar observaciones y analizar la situación actual.

Dibujar el A3: Documentar el problema, el análisis y la solución en una hoja A3.

Revisar y discutir: Revisar el A3 con el equipo y con la dirección para obtener retroalimentación y consenso.

Implementar y monitorear: Implementar las contramedidas y monitorear los resultados.

Profundización: El proceso de creación del A3 es tan importante como el documento en sí, ya que fomenta el aprendizaje y la colaboración. [16]

Uso del A3 en la Reducción de Scrap:

En un proyecto de reducción de scrap, el A3 puede utilizarse para:

- Documentar el problema del scrap: Definir el tipo de scrap, su cantidad, su costo y su impacto en la producción.
- Analizar las causas raíz del scrap: Utilizar el diagrama de Ishikawa para identificar las posibles causas y los 5 porqués para profundizar en ellas.
- Proponer contramedidas específicas: Desarrollar soluciones para abordar las causas raíz identificadas.
- Implementar un plan de acción para reducir el scrap: Definir las tareas, los responsables y los plazos para implementar las soluciones.
- Monitorear el progreso y evaluar los resultados: Medir la reducción del scrap y el impacto de las acciones implementadas.

El A3 permite un enfoque sistemático y visual para la reducción del scrap, facilitando la comunicación y el seguimiento del proyecto.

5. Eficiencia Productiva y Mejora Continua

1. Definición de Mejora Continua

La mejora continua se define como un enfoque sistemático y sostenido para optimizar procesos, productos y servicios a lo largo del tiempo, mediante la identificación y eliminación de desperdicios, la reducción de variaciones y la implementación de mejores prácticas. Este concepto es una piedra angular en metodologías de gestión como Lean Manufacturing, Six Sigma y el Sistema de Producción de Toyota (TPS), la mejora continua implica un compromiso constante con el aprendizaje y la innovación, lo que permite a las organizaciones adaptarse a un entorno competitivo cambiante. [19],

2. Principios Fundamentales de la Mejora Continua

Orientación al Cliente: La mejora continua busca satisfacer y superar las expectativas del cliente mediante la entrega de valor. [7]

Eliminación de Desperdicios: Inspirado en los principios Lean, se enfoca en identificar y eliminar actividades que no agregan valor al producto o servicio final. [20]

Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar): Este ciclo, desarrollado por Deming, es una herramienta clave para estructurar los esfuerzos de mejora continua. [17],

Participación de los Empleados: La mejora continua se basa en el empoderamiento de los empleados, promoviendo su participación activa en la identificación de problemas y propuestas de soluciones. [3]

Enfoque Basado en Datos: Las decisiones deben estar fundamentadas en análisis objetivos, utilizando herramientas estadísticas y técnicas de resolución de problemas. [8]

3. Modelos y Métodos Relacionados con la Mejora Continua

Kaizen, que significa "cambio para mejorar" en japonés, es un enfoque centrado en la implementación de pequeñas mejoras incrementales que, acumulativamente, generan un impacto significativo en el rendimiento organizacional. Kaizen enfatiza la colaboración entre todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta los operadores de línea. [8]

Six Sigma:

Este enfoque utiliza herramientas estadísticas para reducir la variabilidad en los procesos, logrando productos y servicios de alta calidad con un nivel de defectos inferior a 3.4 por millón de oportunidades. [5]

Lean Manufacturing:

Lean se centra en la eliminación de desperdicios (muda) y la mejora de la eficiencia operativa, asegurando que cada actividad en el proceso agregue valor desde la perspectiva del cliente. [20]

4. Herramientas para la Mejora Continua

Diagramas de Ishikawa: Utilizados para identificar las causas raíz de los problemas, permitiendo una comprensión profunda de los factores que contribuyen a los defectos y desperdicios. [8]

5S: Una metodología que promueve la organización y limpieza del entorno laboral para mejorar la eficiencia y seguridad. [18]

Análisis de Pareto: Ayuda a priorizar problemas basándose en el principio de que el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas. [7]

Diagramas de Control: Permiten monitorear la estabilidad del proceso, identificando variaciones y asegurando su funcionamiento óptimo. [9]

5. Beneficios de la Mejora Continua

Aumento de la Eficiencia: La eliminación de actividades que no agregan valor reduce tiempos de ciclo y costos operativos.

Calidad Superior: Mejora la consistencia y confiabilidad de los productos y servicios entregados.

Satisfacción del Cliente: Al enfocarse en las necesidades del cliente, las organizaciones pueden fidelizar su base de consumidores.

Adaptabilidad Organizacional: Facilita la innovación y la capacidad de respuesta ante cambios en el mercado.

Compromiso de los Empleados: Promueve un entorno laboral participativo y motivador, lo que mejora la moral y la productividad.

6. Mejora Continua en la Industria Papelera

En el contexto de la industria papelera, la mejora continua es crucial para abordar problemas como el scrap, la eficiencia energética y la optimización del uso de recursos. Por ejemplo, implementar un programa Kaizen puede ayudar a identificar áreas de oportunidad en el proceso productivo, mientras que el uso de Six Sigma puede reducir defectos en la calidad del papel, como corrugado aplastado o inconsistencias en el gramaje.

7. Desafíos de la Mejora Continua

Resistencia al Cambio: Muchos empleados y líderes pueden resistirse a las nuevas prácticas debido a la falta de comprensión o miedo a lo desconocido (Kotter, 1996).

Falta de Recursos: La implementación de programas de mejora continua requiere tiempo, capacitación y herramientas adecuadas.

Sostenibilidad a Largo Plazo: Mantener el impulso inicial de los esfuerzos de mejora puede ser un desafío si no se institucionalizan adecuadamente.

La identificación de defectos es el primer paso para abordar los problemas de scrap. Los defectos pueden ser de naturaleza técnica, como fallas en el equipo, o relacionados con la calidad del material o los procesos operativos. La clasificación de los defectos ayuda a priorizar las áreas donde se producen mayores desperdicios y permite a la empresa concentrar sus esfuerzos en corregir los problemas más críticos.

Existen diversas herramientas que facilitan este análisis. El Diagrama de Ishikawa permite identificar las causas raíz de un problema al clasificar los posibles factores en categorías como hombre, máquina, método y medio ambiente (Ishikawa, 1985). Por otro lado, el Análisis de Pareto ayuda a enfocar los esfuerzos en el 20% de las causas que generan el 80% de los problemas, lo que facilita una gestión eficiente de los recursos para la mejora. [7]

6. Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)

Los Indicadores Clave de Desempeño (KPI's) son métricas utilizadas para medir la eficiencia y el progreso en la reducción de scrap. Entre los KPI's más importantes se encuentran:

- **Porcentaje de Scrap:** Indica qué porcentaje de la producción se desecha debido a defectos.
- **Rendimiento Operativo:** Mide la productividad de las líneas de producción y su relación con la eficiencia total.
- **Tiempo de Inactividad por Fallos:** Indica el tiempo perdido debido a problemas en los equipos o procesos que afectan la producción (Jones & Robinson, 2020).

El monitoreo continuo de estos KPI's permite a la empresa evaluar el impacto de las mejoras implementadas y realizar ajustes en tiempo real para optimizar los resultados.

7. Impacto Ambiental y Sostenibilidad

El scrap no solo afecta la eficiencia productiva, sino que también tiene un impacto ambiental significativo. La reducción del desperdicio es fundamental para mitigar el impacto ambiental de las operaciones industriales. Las empresas que logran reducir sus niveles de scrap no solo optimizan sus recursos, sino que también contribuyen a una producción más sostenible, disminuyendo el uso de materias primas, energía y agua, y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. [2]

La gestión ambiental y la sostenibilidad son cada vez más relevantes en la industria manufacturera. La implementación de políticas y procedimientos que minimicen el scrap permite a las empresas cumplir con las normativas ambientales y responder a las demandas de los consumidores, quienes están cada vez más interesados en productos fabricados de manera sostenible. [17]

Desarrollo

El presente proyecto tiene como propósito principal la reducción del scrap (desperdicio de material no conforme) y la mejora de la eficiencia productiva en la industria del papel. La importancia de este estudio radica en la necesidad de optimizar el uso de los recursos materiales y energéticos, reducir costos de producción y aumentar la competitividad de la empresa. El enfoque estará basado en herramientas y técnicas propias de la Ingeniería Mecatrónica, aprovechando la integración de sistemas de control automatizados y el análisis de datos para el diagnóstico y mejora continua de los procesos.

En este desarrollo, se detallarán las fases de análisis, diagnóstico, implementación de soluciones y monitoreo, las cuales abarcan desde el análisis de datos hasta la aplicación de tecnologías de automatización para el control de calidad. El proyecto está enfocado en la resolución de problemas específicos que contribuyen a la generación de scrap y en la mejora de la eficiencia general del sistema productivo.

Contexto del Problema

La producción de papel es un proceso intensivo en recursos que involucra una serie de pasos que incluyen la preparación de la pulpa, la formación de la hoja de papel, el prensado y el secado. Durante cada una de estas etapas, se pueden presentar defectos que resultan en productos no conformes, conocidos como scrap. Este scrap no solo genera pérdidas económicas, sino que también incrementa el consumo energético y el uso de recursos adicionales como agua y fibra de madera, contribuyendo al impacto ambiental de la operación (Leach, 2013).

El scrap puede deberse a diversas causas, como errores en la configuración de la maquinaria, variaciones en las materias primas o problemas en el control de calidad durante el proceso. La necesidad de un enfoque integrado para identificar y corregir las causas raíz del scrap es fundamental para asegurar que la empresa papelera no solo reduzca desperdicios, sino que también optimice el rendimiento de sus recursos.

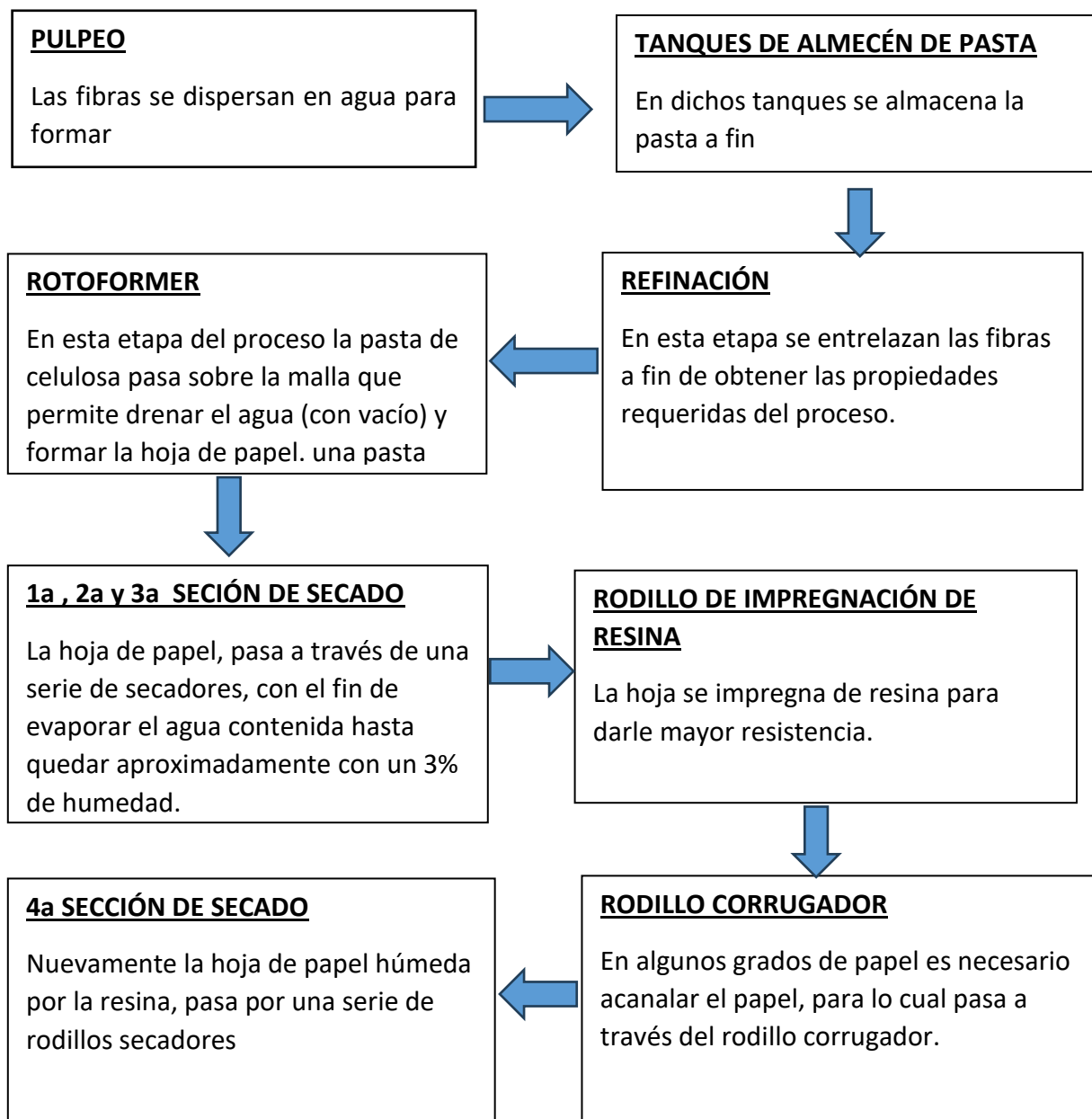
En esta primera fase, se realizará un recorrido por todas las áreas que conforman el proceso de producción en la empresa papelera. El propósito es familiarizarse con los diferentes equipos, operaciones y flujos de trabajo, y conocer a los responsables de cada sección.

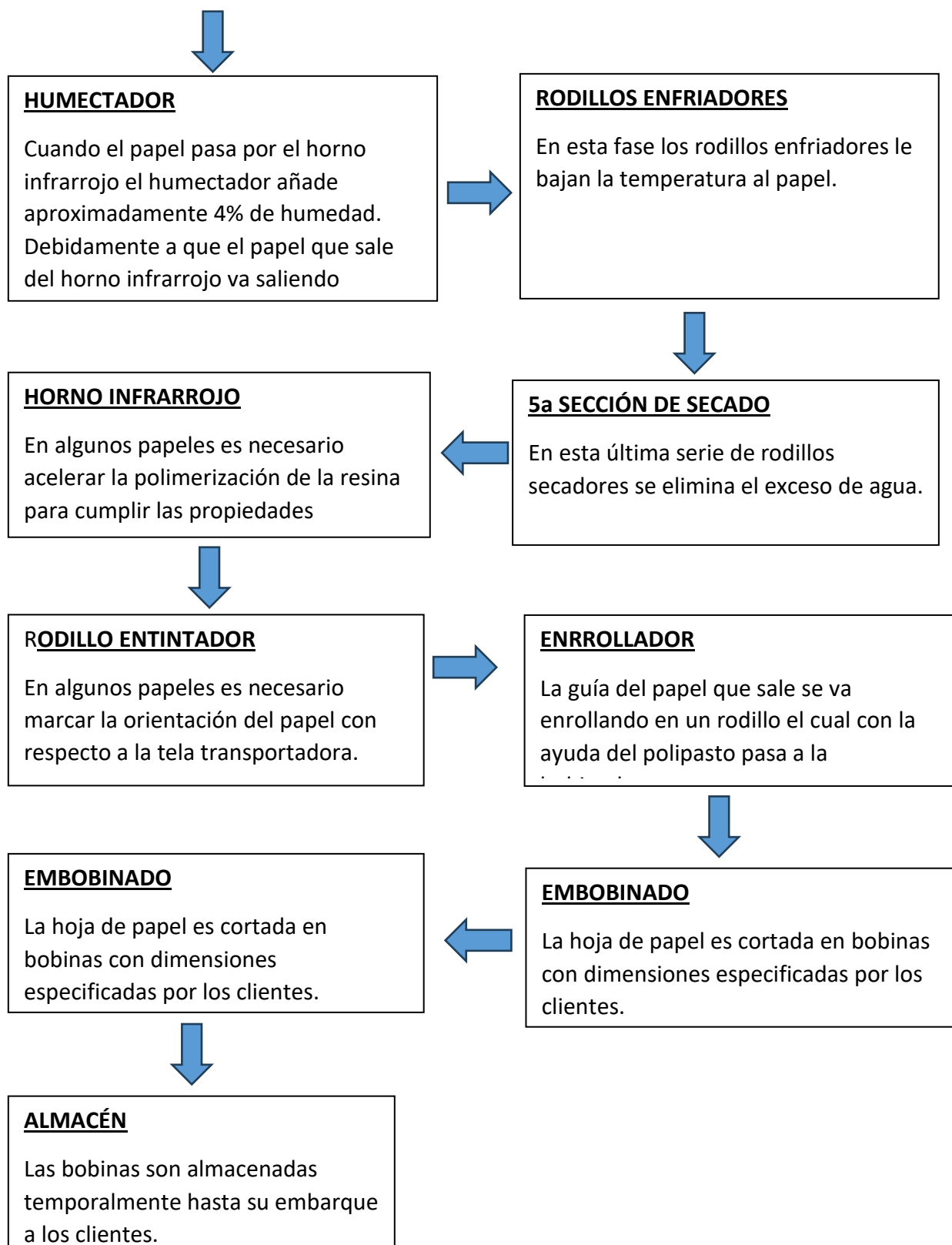
Después se estableció que el proceso de producción es el siguiente

Relevancia: Este paso es crucial para comprender el entorno operativo y las interacciones entre las diferentes áreas, lo que es vital para identificar las posibles fuentes de scrap en cada etapa del proceso.

Descripción del proceso de producción

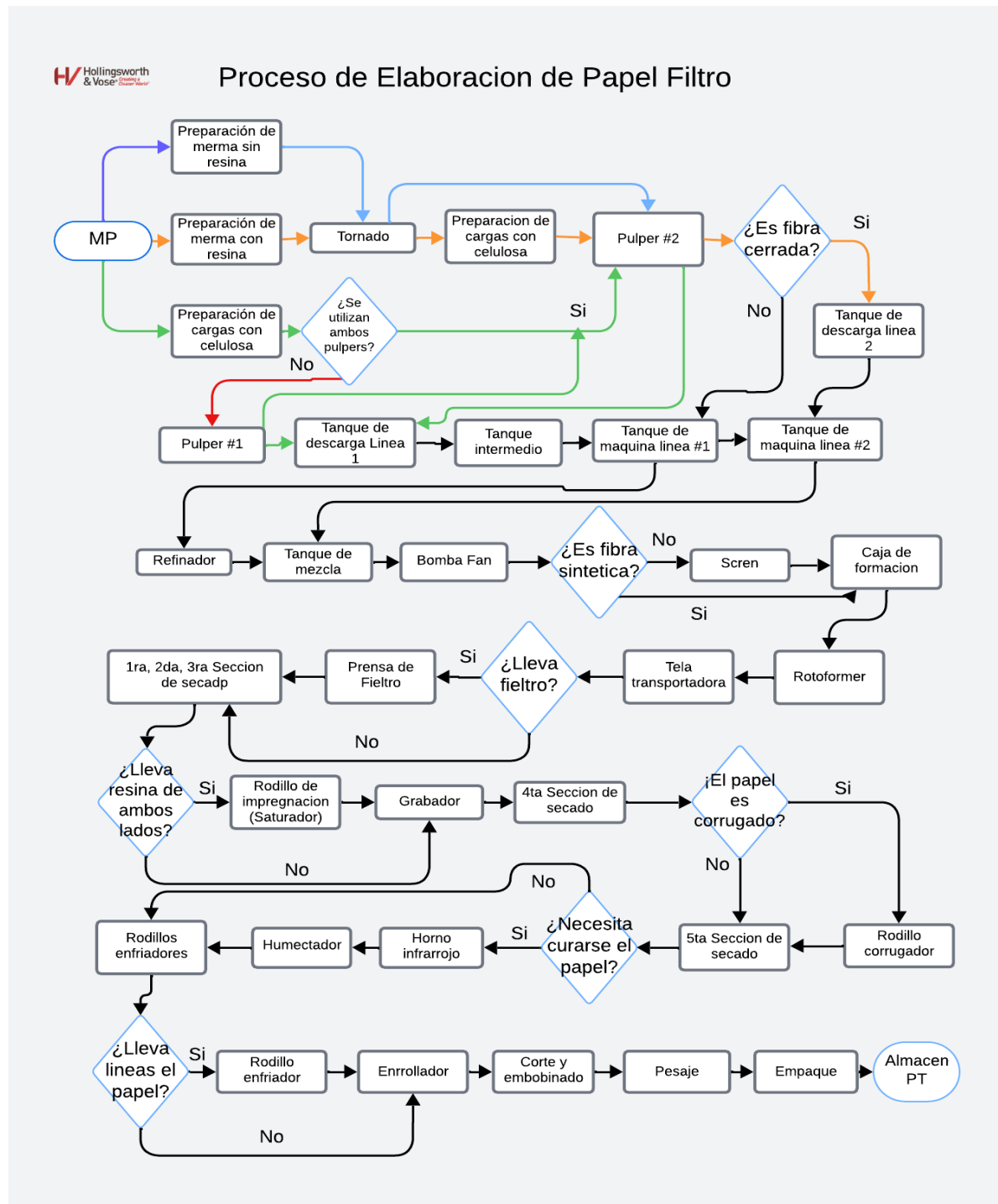
Durante el recorrido por las instalaciones de la empresa, se identificó y estableció la secuencia del proceso de producción del papel filtro. Este análisis detallado permitió comprender cada una de las etapas involucradas en la fabricación, desde la recepción de materias primas hasta la obtención del producto final.





En el siguiente diagrama se muestra el proceso de elaboración de papel filtro el cual se elaboró para documentar el flujo del proceso es fundamental para detectar posibles áreas

de mejora, evaluar la eficiencia operativa y garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad. A través de esta observación, se obtiene una visión integral del sistema productivo, facilitando la implementación de estrategias orientadas a la optimización de los recursos y la reducción de desperdicios.



1 Diagrama de proceso de fabricación de papel filtro

Análisis de Documentos de Reporte de Scrap

En esta etapa, se procederá a la recopilación y análisis exhaustivo de documentos históricos relacionados con el scrap generado en la planta de producción, incluyendo reportes diarios, informes de calidad y registros de producción. Este análisis tiene como propósito fundamental identificar patrones, tendencias y posibles causas en la generación de scrap, permitiendo una comprensión más detallada de los factores que influyen en el desperdicio a lo largo del tiempo.

Actualmente, la empresa cuenta con un archivo en el que los operadores registran cada tipo de desperdicio generado, el cual es medido y documentado después de ser pesado. Este documento constituye una fuente valiosa de datos, ya que en él se detallan las causas atribuidas a cada tipo de scrap observado en la planta. Esta base de datos de scrap facilita la identificación de causas recurrentes y brinda la oportunidad de establecer conexiones entre diferentes tipos de defectos y las circunstancias operativas en las que ocurren.

La información contenida en este registro permite al equipo de análisis identificar los defectos más frecuentes y persistentes, así como aquellos factores subyacentes que podrían estar contribuyendo de manera sistemática a la generación de scrap. Con base en esta revisión detallada, se podrán definir estrategias específicas de mejora y acciones correctivas orientadas a mitigar las causas más comunes de desperdicio, contribuyendo así a la eficiencia operativa y a la reducción de costos asociados con el scrap en la producción.

#	TIPO DE DEFECTO
1	BLOQUEO DE BALBULADE AIRE DE BRASOS PRIMARIOS
2	AJUSTE Y CHEQUEO DE MEDIDAS POR GP-12
3	ROTURA DE LA GIA EN EL CORRUGADOR POR TIRO TENSADO
4	SOSPECHA DE CORRUGADO APLASTADO GP-12
5	QUITAR CEJA GP-12
6	AJUSTE POR CAMBIO DE GRADO
7	VARIACION POR TERMINO DE LOTE
8	INICIO DE BOBINADO
9	DESPERDICIO DE EMPAQUE
10	REFILE
11	EMPALMES
12	MUESTREO POR ROLLO
13	AJUSTE Y CHEQUEO DE MEDIDAS BOB 1
14	LIMPIEZA DE SECADORES Y CUCHILLAS
15	ROTURA DE HOJA 1° A 5° SECCIÓN

16	VARIACION DE VOLTAJE
17	FALLA ELECTRICAROTURA
18	ORIFICIO Y SUCIEDADES
19	PAPEL CRAQUEADO
20	PAPEL HUMEDO POR RESINA
21	GOTAS DE OXIDO / CONDENSADO
22	GRUMOS
23	MALA IMPREGNACIÓN
24	CORRUGADO BAJO
25	CORRUGADO APLASTADO
26	TRONADAS
27	PAPEL CORRIDO
28	PAPEL RAYADO
29	METERSE REFIL
30	AJUSTE DE TIROS
31	AJUSTE DE CORRUGADO POR ROTURA
32	AJUSTE DE HUMEDAD POR ROTURA
33	ROTURA AL SACAR MUESTRA
34	FALLA / AJUSTE DE HUMECTADOR
35	FALLA / AJUSTE DE HORNO
36	FALLA DE TUSA
37	ARRUGAS AL INICIO
38	MUESTREO POR NO DAR ANCHO
39	METERSE EL REFIL
40	FALLA DE SISTEMA
41	PAPEL MARCADO POR TUSA
42	POR ORIFICIOS
43	POR DEFECTO
44	RUPTURA DE HOJA SECADOR 30
45	POR FALLA ELECTRICA PRIMER TURNO
46	POR LOST FIBER
47	VARIACION DE VOLTAJE
48	ROTURA ENTRE LOS ENFRIADORES Y EL HORNO
49	MAL BOBINADO
50	LIMPIEZA
51	ECXESO DE DIMENCION
52	ROTURA EN SATURADOR
53	ROTURA EN ENRROLLADOR
54	ROTURA EN PRIMERA SECCION
55	MERMA BOBINADORA 3

56	POR HUMEDAD
57	AJUSTE DE RAICES
58	ALINEACION DE RODILLOS ABRIDORES ANTES DEL HORNO
59	POR CFM BAJO
60	QUITAR CEJA
61	ROTURA EN PRENSA
62	VARIACION DE CONSISTENCIA
63	FALLA DE CORRUGADOR
64	RUPTURA DE GUIA POR FUGA DE VAPOR EN 1ra Y 2da SECCION
65	AJUSTE DE GRADO
66	DEJO TURNO ANTERIOR
67	FALLA EN BOBINAORA 1
68	POR NO DAR EL ANCHO
69	POR ORIFICIOS
70	LIMPIES GENERAL
71	RUPTURADE HOJA 4ta sección
72	FALLA EN ENROLLADOR
73	MUESTREO POR ROLLOPOR NO CONTROLARLA COMPUTADORA
74	MERMA
75	TERMINO DE LOTE
76	BOTAR CUCHILLA
77	FALLA EN EL MANDRIL
78	FALLA EN BRAZOS PRIMARIOS
79	ARRUGAS
80	CORRUGADO ALTO
81	AJUSTE DE PRESIONES EN BRAZOS PRIMARIOS
82	AJUSTE DE VELOCIDAD CORRUGADOR
83	CORRUGADO BAJO POR CAMBIO DE MANDRIL
84	AJUSTE POR VARIACION DE VOLTAJE
85	PASTA LIMPIEZA
86	FALLA DE TENCION
87	GP 12
88	AJUSTE LOOSFIBER
89	ROTURA SATURADOR
90	ROTURA SECADOR 18
91	POR SUCIEDADES
92	MALA INPREGNACION
93	FALLA EN JUNTA ROTATIVA
94	SE PEGA HOJA TELA
95	VARIACIÓN DE ALTO
96	MUESTRAS DE HUMEDAD
97	PRUEBA DE SECADO
98	NO RETILAR Y MARCARSE

99	POR SACAR MUESTRAS
100	VARIACIÓN DE PESO
101	CORRERSE EL MANDRIL
102	PAPEL CERRADO
103	SECADOR NO. 4 SUCIO
104	VARIACIÓN DE FLUJO DE PASRA
105	POR ROTURA EN TELA
106	ECXESO DE DIAMETRO
107	REAJUSTE POR VARIACION DE FLUJO
108	VARIACION POR FLUJO DE PASTA
109	AJUSTES
110	PAPEL MARCADO POR ARRUGAS
111	AJUSTE Y CHEQUEO DE MEDIDAS POR GP-12
112	POR MUESTRAS
113	PRUEBA DE CECADO
114	PAPEL CORRIDO AL INICIO DE ENRROLLADO
115	POR ROTURA
116	CAMBIO DE LINEAS SOBRE LA MARCHA
117	ROTURA POR FALLA ELECTRICA
118	PAPEL FLOJO
119	POR NO CORTAR TUZA
120	ROTURA EN FALLA EN BOMBA DE RESINA
121	BOBINAS REVISADAS DE CALIDAD
122	POR PEGARCE HOJA EN TELA
123	POR TRONADO DE TERCER TURNO
124	ROTURA POR LIMPIEZA EN FILTROS
125	POR CAMBIO DE GIA DE RODILLO ENFRIADORES
126	FALLA Y AJUSTE DE GRADO
127	VARIACION C F M
128	VARIACION POR BOMBAS DE VACIO
129	AJUSTE POR CAMBIO DE GRADO FA-2103NS
130	BOTARCE CUCHILLAS
131	NO REFILAR
132	POR RAICES
133	ROTURA

Tabla 1 Tipos de defectos que generan Scrap

Con el fin de diseñar estrategias efectivas para reducir el scrap, se realizó un análisis minucioso de los datos históricos. Este análisis permitió identificar los defectos más recurrentes y sus posibles causas raíz, lo cual constituye un primer paso esencial para la implementación de acciones correctivas y la mejora continua de los procesos. Lo primero para analizar fue demostrar cuáles son los principales causantes de Scrap en el Año

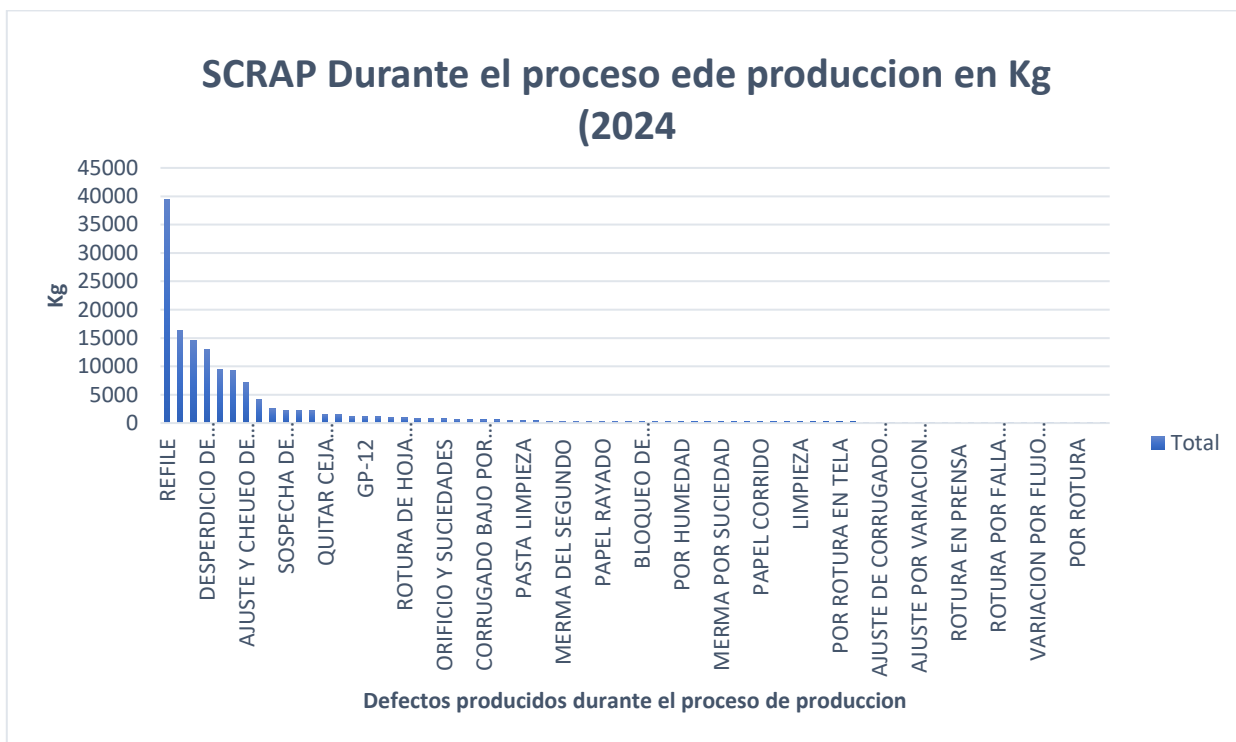


Ilustración 2 Gráfica de Scrap 2024

En la gráfica anterior se muestran cuáles son los principales causantes de Scrap durante el proceso de producción

Para el análisis se tomarán primeros 10 causantes de Scrap, ya que son los que representan una pérdida significativa ya que no se quiere enfocar tanto tiempo como recursos en defectos que no representen una pérdida significativa, los cuales son los siguientes:

#	DEFECTO	KG
1	REFILE	39499
2	INICIO DE BOBINADO	16353
3	MUESTREO POR ROLLO	14595.3
4	DESPERDICIO DE EMPAQUE	12997.5
5	AJUSTE POR CAMBIO DE GRADO	9488.5
6	CORRUGADO APLASTADO	9282
7	AJUSTE Y CHEUEO DE MEDIDAS BOB 1	7136.9
8	PAPEL MARCADO POR TUSA	4152.8
9	EMPALMES	2560.5
10	SOSPECHA DE CORRUGADO APLASTADO GP-12	2248

Tabla 2 Principales defectos al año

Durante el análisis diario del reporte de scrap, se identificó un problema significativo: se observaba un exceso de defectos reportados, muchos de los cuales mostraban clasificaciones redundantes o duplicadas. Esta situación se originaba en gran medida debido a la variabilidad en la interpretación y registro de los defectos por parte de los operadores, lo que generaba inconsistencias en los datos y complicaba la precisión en el análisis.

Mejora de documento de reporte de Scrap

A fin de abordar esta problemática y optimizar la precisión del reporte, se tomó la decisión de realizar una modificación estructural en el formato de registro de defectos. Este cambio tiene como objetivo principal reducir la cantidad de clasificaciones redundantes y, de esta manera, simplificar el proceso de análisis, facilitando la detección de tendencias y la implementación de estrategias correctivas de forma más eficiente.

El proceso de modificación implicó un análisis exhaustivo para reclasificar los diversos tipos de defectos, con el fin de agruparlos en categorías concretas y homogéneas. Este análisis permitió estandarizar las definiciones de cada tipo de defecto, minimizando la ambigüedad y mejorando la uniformidad en el registro de los datos. La reorganización resultante no solo optimiza la claridad y precisión del reporte de scrap, sino que también establece una base más sólida para el seguimiento y la medición de los defectos en el proceso productivo.

Esta mejora en la estructura del reporte fortalecerá la capacidad de la empresa para monitorear sus métricas de calidad, identificar las causas raíz de los defectos y aplicar medidas de mejora continua que favorezcan la reducción de scrap en el proceso de producción. Además, al reducir la variabilidad en la clasificación de los defectos, se optimiza el proceso de toma de decisiones, permitiendo una intervención más rápida y efectiva en las áreas críticas de la operación.

Defecto	NUEVA CLASIFICACION DE LOS DEFECTOS	Defecto	NUEVA CLASIFICACION DE LOS DEFECTOS
DESPERDICIO DE EMPAQUE	DESPERDICIO DE EMPAQUE	ORIFICIO Y SUCIEDADES	ORIFICIOS Y SUCIEDADES
PAPEL MARCADO POR TUSA	PAPEL MARCADO POR TUSA	POR ORIFICIOS	
EMPALMES	EMPALMES	POR SUCIEDADES	
QUITAR CEJA	QUITAR CEJA	GOTAS DE OXIDO / CONDENSADO	
GP-12	GP-12	MERMA POR SUCIEDAD	
RAICES	RAICES		
GP-12	GP-12	AJUSTE POR CAMBIO DE GRADO	CAMBIO DE GRADO



QUITAR CEJA	QUITAR CEJA	CAMBIO DE GRADO	
INICIO DE BOBINADO	INICIO DE BOBINADO	AJUSTE DE GRADO	
GRUMOS	GRUMOS	REAJUSTE DE GRADO	
FALLA DE SISTEMA	FALLA DEL SISTEME	PAPEL HUMEDO POR RESINA	
REFILE	REFILE	FALLA / AJUSTE DE HORNO	
PRUEBA DE SECADO		AJUSTES	
METERSE REFIL		CAMBIO DE LINEAS SOBRE LA MARCHA	
CORRUGADO APLASTADO	CORRUGADO FUERA DE ESPECIFICACION	POR HUMEDAD	HUMEDAD
SOSPECHA DE CORRUGADO		FALLA / AJUSTE DE HUMECTADOR	
APLASTADO			
GP-12			MUESTREO
CORRUGADO BAJO POR CAMBIO DE MANDRIL		MUESTREO POR ROLLO	
CORRUGADO ALTO		MUESTREO POR NO DAR ANCHO	
CORRUGADO BAJO		POR SACAR MUESTRAS	
AJUSTE DE PRESIONES EN BRAZOS PRIMARIOS		MUESTREO POR ROLLOPOR NO CONTROLARLA COMPUTADORA	
LIMPIEZA DE SECADORES Y CUCHILLAS	LIMPIEZA DE CUCHILLAS	POR MUESTRAS	
LIMPIEZA		MUESTREO POR MEDIDAS	
SECADOR NO. 4 SUCIO		MUESTRAS DE HUMEDAD	
AJUSTE Y CHEQUEO DE MEDIDAS BOB 1	AJUSTE Y CHEQUEO DE MEDIDAS	BOBINAS REVISADAS DE CALIDAD	Variación flujo de pasta
AJUSTE Y CHEQUEO DE MEDIDAS POR GP-12		VARIACION POR FLUJO DE PASTA	
AJUSTE Y CHEQUEO DE MEDIDAS POR GP-12		VARIACIÓN DE FLUJO DE PASRA	
VARIACION DE VOLTAJE	VARIACION DE VOLTAJE	VARIACION POR TERMINO DE LOTE	TERMINO DE LOTE
FALLA EN ENROLLADOR		TERMINO DE LOTE	
PAPEL RAYADO		PAPEL CORRIDO	PAPEL CORRIDO
AJUSTE POR VARIACION DE VOLTAJE		PAPEL CORRIDO AL INICIO DE ENROLLADO	
AJUSTE DE VARIACIÓN CONTINUA		VARIACION DE CONSISTENCIA	VARIACION
FALLA ELECTRICA	FALLA ELECTRICA	REAJUSTE POR VARIACION DE FLUJO	



ROTURA POR FALLA ELECTRICA		VARIACIÓN DE PESO	
POR FALLA ELECTRICA PRIMER TURNO		CORRERSE EL MANDRIL	CORRERSE EL AMNDRIL
FALLA DE TENCION	ROTURA DE HOJA	BLOQUEO DE BALBULADE AIRE DE BRASOS PRIMARIOS	FALLA MECANICA
AJUSTE DE VELOCIDAD CORRUGADOR		FALLA EN JUNTA ROTATIVA	
ROTURA DE HOJA		FALLA EN BRAZOS PRIMARIOS	
1° A 5° SECCIÓN		FALLA DE CORRUGADOR	
RUPTURA DE GUÍA POR PEGARSE EN TELA		ALINEACION DE RODILLOS ABRIDORES ANTES DEL HORNO	
POR ROTURA EN TELA		FALLA EN BOBINAORA 1	
AJUSTE DE CORRUGADO POR ROTURA		FALLA EN EL MANDRIL	
ROTURA EN SATURADOR		MAL BOBINADO	MAL BOBINADO
ROTURA EN PRENSA		ECCESO DE DIMENCION	
POR ROTURA		BOBINADORA 3	
ROTURA EN PRIMERA SECCION		BOTAR CUCHILLA	
ROTURA ENTRE LOS ENFRIADORES Y EL HORNO		POR NO DAR EL ANCHO	
ROTURA EN ENRROLLADOR		EXCESO DE DIAMETRO	
ROTURA SECADOR 18		NO RETILAR Y MARCARSE	
ROTURA DE LA GIA EN EL CORRUGADOR POR TIRO TENSADO		PAPEL FLOJO	
ROTURA SATURADOR		FALLA DE TUSA	FALLA EN TUSA
ROTURA EN FALLA EN BOMBA DE RESINA		POR NO CORTAR TUZA	
ROTURA AL SACAR MUESTRA		PASTA LIMPIEZA	PASTA LIMPIEZA ARRANQUE
RUPTURADE HOJA 4ta seccion		DEJO TURNO ANTERIOR	OTROS
AJUSTE DE HUMEDAD POR ROTURA		MERMA DEL SEGUNDO	
TRONADAS		MERMA	
RUPTURA DE GUIA POR FUGA DE VAPOR EN 1ra Y 2da SECCION		(en blanco)	
POR TIROS PESADOS		NO RETIL	
POR CFM BAJO			

AJUSTE LOOSFIBER	CFM FUERA DE ESPECIFICACION	PAPEL CRAQUEADO	
POR LOST FIBER		VARIACIÓN DE ALTO	
PAPEL CERRADO		FALLA DE SISTEMA, ROPTURA DE HOJA	
ARRUGAS	ARRUGAS	AJUSTE DE TIROS	
AL INICIO		POR DEFECTO	
ARRUGAS		METERSE EL REFIL	
PAPEL MARCADO POR ARRUGAS			
MALA IMPREGNACIÓN	MALA IMPREGNACION	SE PEGA HOJA TELA	
MALA IMPREGNACION		RUPTURA DE HOJA SECADOR 30	
		PRUEBA DE CECADO	

Tabla 3 Clasificación de defectos

Al clasificar los defectos se redujeron considerablemente ya que anteriormente había un total de 129 defectos lo que complicaba el análisis de estos, se pasó a tener después de clasificarlos un total de 34 defectos los cuales también se clasificaron por sus respectivas áreas correspondientes. Los cuales son los siguientes:

CALIDAD	MUESTREO POR ROLLO	PRODUCCION	INICIO DE BOBINADO
	QUITAR CEJA GP-12		DESPERDICIO DE EMPAQUE
	GP-12		CAMBIO DE GRADO
I.P. M.C	CORRUGADO FUERA DE ESPECIFICACION		AJUSTE Y CHEQUEO DE MEDIDAS
	CORRUGADO APLASTADO		ORIFICIOS
	REFILE		ROTURA DE HOJA
	RAICES		EMPALMES
	ARRUGAS		LIMPIEZA DE CUCHILLAS

	PAPEL MARCADO POR TUSA		SUCIEDADES
	MALA IMPREGNACION		TERMINO DE LOTE
MANTENIMIENTO	FALLA ELECTRICA		QUITAR CEJA
	VARIACION DE VOLTAJE		MAL BOBINADO
	FALLA MECANICA		HUMEDAD
	VARIACION FLUJO DE PASTA		PASTA LIMPIEZA ARRANQUE
	FALLA EN TUSA		PAPEL CORRIDO
	FALLA DE SISTEMA		VARIACION DE PESO BASE
TECNOLOGIA	CFM FUERA DE ESPECIFICACION		CORRERSE EL MANDRIL
	OTROS (FALLOS MENORES)		GRUMOS

Tabla 4 Tipos de defectos que generan Scrap (Nuevo)

Con la reciente reclasificación de los conceptos de desperdicio en el proceso de producción, se procedió también a la reorganización de los registros correspondientes a los meses previos del presente año (2024). Esta reestructuración permite una visión clara y consistente de los datos históricos de scrap y otros tipos de desperdicio, logrando una base sólida y uniforme para el análisis anual.

La categorización de desperdicios es una etapa clave en el control de calidad y eficiencia de procesos productivos, ya que permite identificar con precisión las áreas de mayor contribución al desperdicio, facilitando así la implementación de estrategias de reducción más específicas. Con esta nueva clasificación, se estableció una línea de base que servirá para comparar los niveles de desperdicio actuales con los históricos, brindando una referencia esencial para medir la efectividad de las iniciativas de mejora en la empresa.

Gracias a esta reclasificación, el análisis histórico del año 2024 permitirá observar patrones de desperdicio a lo largo del tiempo, identificar variaciones estacionales o mensuales, y determinar si hay correlación entre ciertos periodos del año y el incremento en el scrap. Este análisis ayudará, además, a evaluar las causas raíz y a priorizar los esfuerzos de mejora, en función de la magnitud y recurrencia de los tipos de desperdicio observados en cada periodo.

El enfoque metodológico aplicado a la organización de los datos también posibilita que se realicen comparaciones intermensuales y trimestrales, obteniendo así una visión detallada y contextualizada de las tendencias de desperdicio en el proceso de producción. La sistematización de estos datos es, en sí misma, un paso fundamental dentro del marco de mejora continua, ya que proporciona una base para la toma de decisiones informadas y la identificación de posibles indicadores clave de desempeño (KPI) relacionados con la reducción de scrap.

#	CAUSA	KG
1	REFILE	48605
2	INICIO DE BOBINADO	19845
3	MUESTREO POR ROLLO	18485.3
4	DESPERDICIO DE EMPAQUE	15687.5
5	AJUSTE Y CHEQUEO DE MEDIDAS	12551.9
6	CAMBIO DE GRADO	12414.5
7	CORRUGADO APLASTADO	10185
8	PAPEL MARCADO POR TUSA	4916.8
9	ROTURA DE HOJA	4683
10	VARIACION DE VOLTAJE	4074
11	CORRUGADO FUERA DE ESPECIFICACION	3727.5
12	LIMPIEZA DE CUCHILLAS	3168
13	EMPALMES	2983.5
14	QUITAR CEJA GP-12	1645
15	CFM FUERA DE ESPECIFICACION	1384
16	RAICES	1382
17	SUCIEDADES	1382
18	TERMINO DE LOTE	1323
19	FALLA ELECTRICA	1268
20	GP-12	1193
21	MAL BOBINADO	1176
22	ARRUGAS	1154
23	QUITAR CEJA	1082
24	FALLA MECANICA	956
25	OTROS (FALLOS MENORES)	926
26	HUMEDAD	514

27	PASTA LIMPIEZA ARRANQUE	448
28	PAPEL CORRIDO	293
29	VARIACION DE PESO BASE	283
30	FALLA DE SISTEMA	252
31	ORIFICIOS	245
32	MALA IMPREGNACION	168
33	FALLA EN TUSA	162
34	VARIACION FLUJO DE PASTA	79
35	CORRERSE EL MANDRIL	67
36	GRUMOS	60

Tabla 5 Analisis de cantidad de kg de cada defecto



Ilustración 3 Grafica Análisis de cantidad de kg por defecto en 2024

Con esto tenemos identificados cuales son los principales causantes de Scrap durante el proceso productivo por lo que se tomara acciones en los principales causantes de Scrap ya que estos representan una pérdida significativa

Monitoreo Diario

Durante el periodo de análisis, se realizó un monitoreo diario y sistemático del scrap generado en cada etapa del proceso productivo, registrando detalladamente el tipo y volumen de desperdicio producido cada día. Este monitoreo constante tiene como objetivo principal mantener un control continuo sobre el estado actual del proceso, permitiendo no solo conocer el nivel de scrap generado, sino también evaluar el rendimiento operativo y la eficiencia de cada sección de producción.

El seguimiento diario proporciona una base de datos actualizada que facilita la identificación de patrones, variaciones y posibles problemas en el proceso productivo en tiempo real. Al mantener una vigilancia constante sobre el scrap y sus variaciones, el equipo de producción puede identificar los factores o eventos específicos que contribuyen a la generación de desperdicio, obteniendo así una visión detallada de los motivos recurrentes del scrap.

Este enfoque permite actuar de manera proactiva frente a las causas detectadas, estableciendo medidas correctivas y de mejora continua que contribuyan a minimizar el desperdicio, optimizando así la eficiencia general del proceso productivo.

A continuación, se presentan gráficas que se actualizan diariamente como parte del sistema de monitoreo continuo implementado para evaluar la producción de scrap durante el proceso productivo. Estas herramientas visuales permiten realizar un seguimiento constante y detallado del desempeño operativo en términos de generación de scrap, proporcionando información crítica para el análisis y la toma de decisiones.

La siguiente gráfica refleja el costo diario asociado al scrap, lo que facilita una comprensión clara y precisa de la situación actual en relación con los niveles de desperdicio generados. Este análisis permite identificar patrones, evaluar tendencias y priorizar áreas de mejora, contribuyendo directamente a la optimización de los procesos y la minimización de pérdidas.

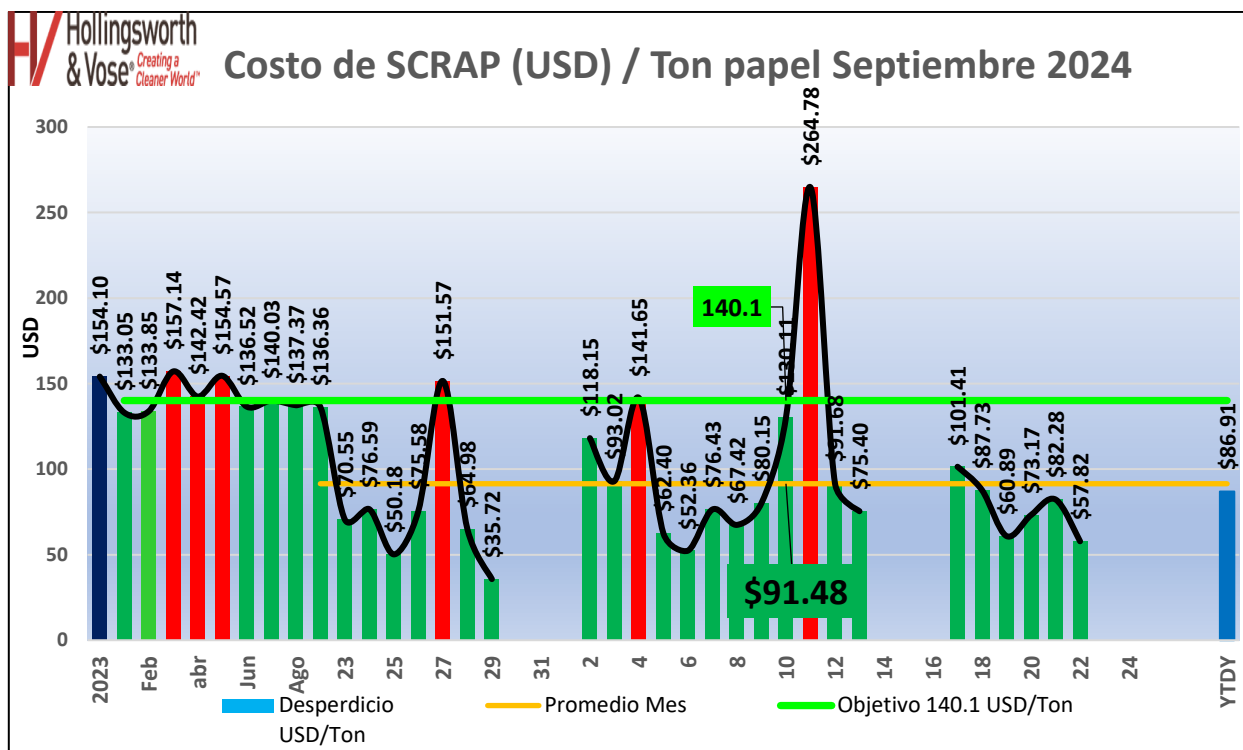


Ilustración 4 Grafica Reporte de Scrap durante el año

SCRAP DURANTE EL MES

La gráfica presentada a continuación ilustra el principal tipo de defecto responsable de la generación de scrap durante el último mes. Este análisis resulta fundamental para comprender cómo las acciones implementadas impactan en la generación de scrap a lo largo del proceso productivo.

Mediante esta representación visual, es posible evaluar la efectividad de las estrategias aplicadas, identificar áreas críticas que requieren mayor atención y ajustar las medidas adoptadas para garantizar una mejora continua en la reducción de desperdicios. Esta herramienta, además, facilita la toma de decisiones informadas, contribuyendo a optimizar los procesos y a minimizar las pérdidas en la operación.

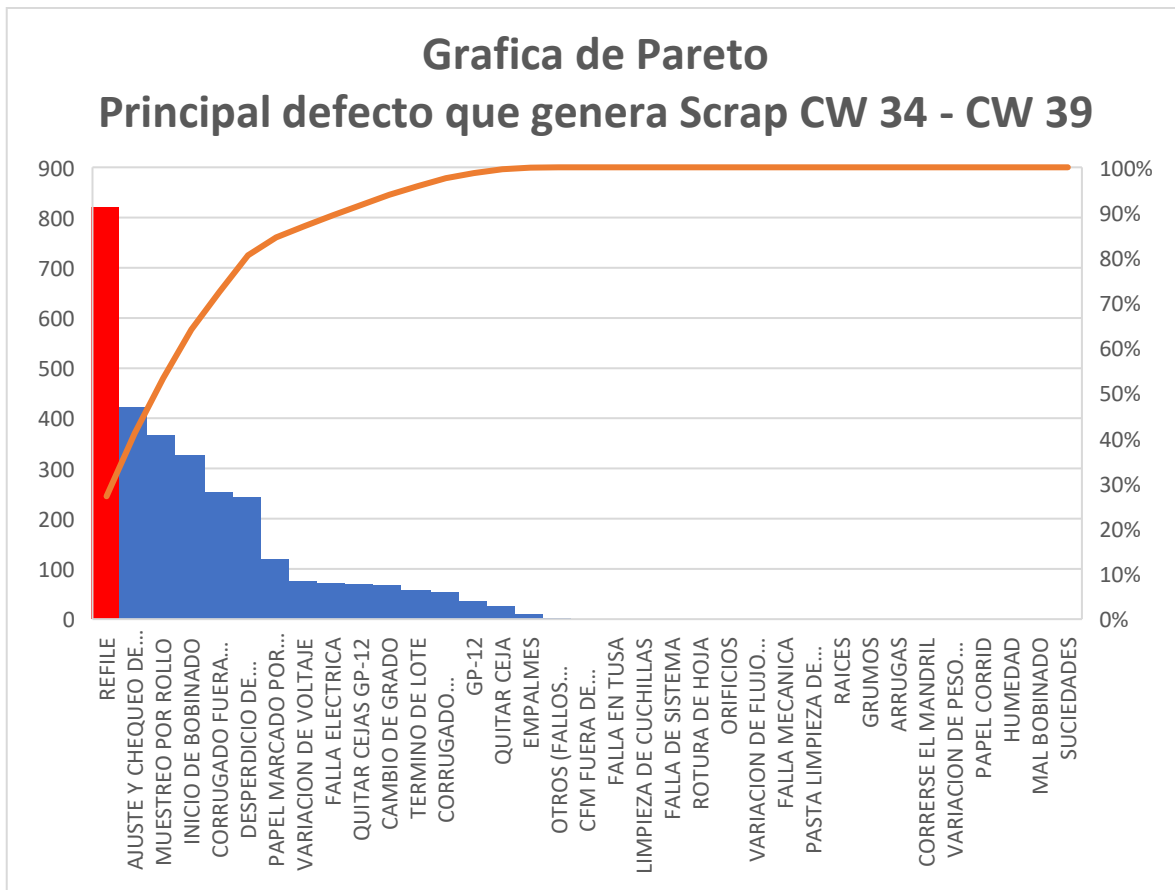


Ilustración 5 Grafica reporte de Scrap durante el Mes

SCRAP POR DIA

La gráfica que se presenta a continuación identifica el defecto principal responsable de la generación de scrap durante el día. Esta información es esencial para monitorear los resultados de las acciones implementadas y evaluar su impacto en tiempo real.

Además, este análisis permite obtener una comprensión más profunda de los defectos que afectan de manera significativa a cada grado de papel, proporcionando una base sólida para priorizar esfuerzos de mejora y desarrollar estrategias específicas para abordar las áreas problemáticas. Esta herramienta contribuye de manera directa a la optimización de los procesos productivos y al fortalecimiento de la eficiencia operativa.

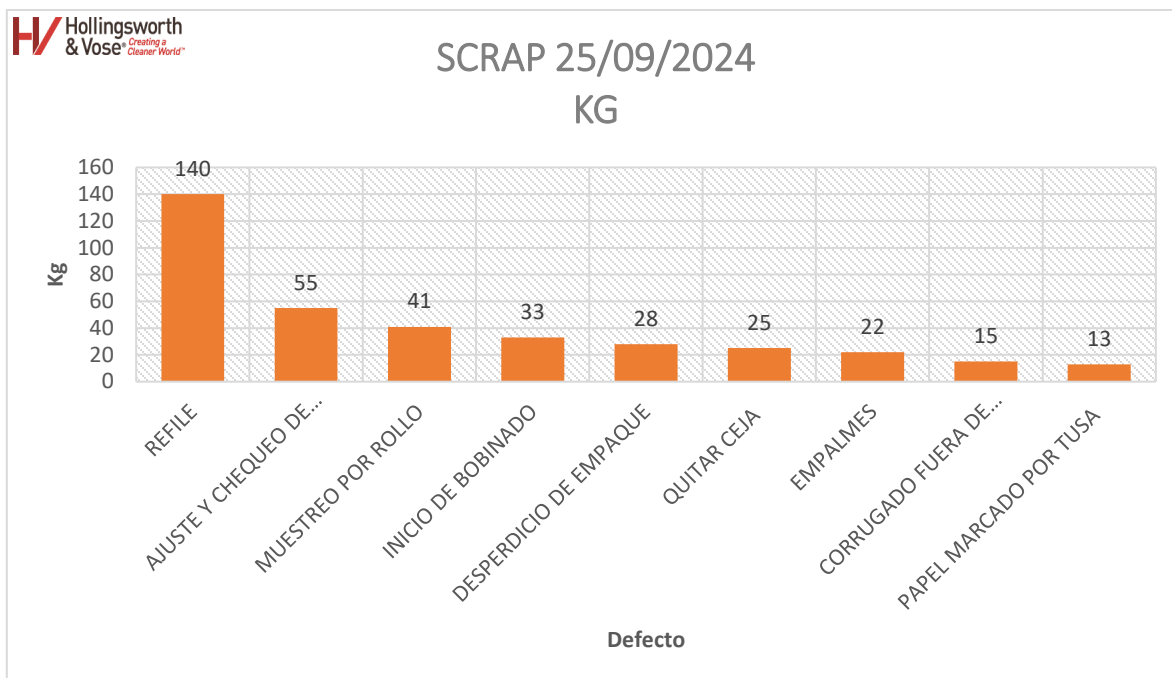


Ilustración 6 Reporte diario de Scrap

Gracias a los análisis realizados, se cuenta con una base sólida de información que permite identificar y comprender los defectos específicos que generan la mayor cantidad de scrap. A partir de estos datos, es posible iniciar la implementación de acciones dirigidas a reducir de manera efectiva la cantidad de desperdicio asociado a estos defectos seleccionados.

El análisis exhaustivo facilita la formulación de estrategias de mejora, focalizando los esfuerzos en los defectos más críticos y persistentes. Estas acciones pueden incluir ajustes en el proceso, capacitación de los operadores, optimización de los materiales o mejoras en el mantenimiento de la maquinaria. De esta manera, se busca reducir el scrap de forma sostenible, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa, disminuir costos y avanzar hacia un proceso productivo más eficiente y con menor impacto ambiental.

Metodología A3 para la reducción de Scrap

Para lograr este objetivo, se emplea la metodología A3, una herramienta estructurada que permite analizar y comprender en profundidad las causas raíz del scrap en el proceso productivo. Esta metodología facilita la identificación de factores subyacentes que contribuyen a la generación de desperdicio, proporcionando un enfoque claro y lógico para plantear soluciones efectivas.

Mediante el uso del A3, es posible documentar el problema de forma detallada, visualizar el flujo del proceso afectado, y evaluar tanto el estado actual como las acciones correctivas necesarias para resolver o reducir la incidencia de scrap. Esta herramienta también permite un seguimiento sistemático de los avances y una mejora continua, garantizando así que las soluciones aplicadas se ajusten a las necesidades reales de la producción y resulten sostenibles en el tiempo.

Utilidad de la Metodología A3 para la resolución de este defecto

Estandarización del Proceso de Resolución de Problemas: La metodología A3 facilita un enfoque estandarizado que ayuda a cualquier miembro del equipo a abordar un problema de forma estructurada, clara y eficiente. El formato de una hoja A3 limita el espacio disponible, lo que obliga a ser conciso y a presentar solo la información esencial, promoviendo así la claridad y el enfoque en los aspectos más relevantes.

Mejora de la Comunicación Visual: El formato A3 es una herramienta visual que facilita el intercambio de ideas, conclusiones y planes de acción con los demás miembros del equipo o con la gerencia. El uso de gráficos, diagramas y tablas en una hoja facilita la comprensión y permite que las decisiones se tomen basadas en la información presentada de manera clara.

Enfoque en la Mejora Continua: El A3 está alineado con el ciclo de PDCA (Plan-Do-Check-Act), lo que promueve la mejora continua en el proceso. Al documentar el problema y su resolución en el formato A3, se crea un registro que puede ser referenciado para evitar errores futuros y establecer mejores prácticas.

Resolución de Problemas Basada en Datos: La metodología A3 fomenta el uso de análisis de datos para llegar a la causa raíz del problema en lugar de abordar solo los síntomas. Esto permite que las soluciones implementadas sean duraderas y efectivas, ya que están fundamentadas en la evidencia recopilada durante la investigación del problema.

Fomento del Trabajo Colaborativo y Empoderamiento del Equipo: Dado que la metodología A3 requiere la participación activa de quienes están en el proceso, facilita el trabajo en equipo y el empoderamiento de los empleados. Esto ayuda a que los involucrados en la operación tengan una comprensión profunda del problema y se sientan responsables de la mejora del proceso.

A3 para Corrugado aplastado

1.1. Clarificar el problema

Limites del sistema

Desde Humectador hasta Enrollador

Descripción del problema

Cual es exactamente el problema? Corrugado fuera de lo especificado , areas planas de papel en fabricaciones de corrugado

Cual es la malfunción? 1. Humectador 2.-Pistones de brazos primarios y secundarios y 3.- Variaciones de velocidad en el enrollador

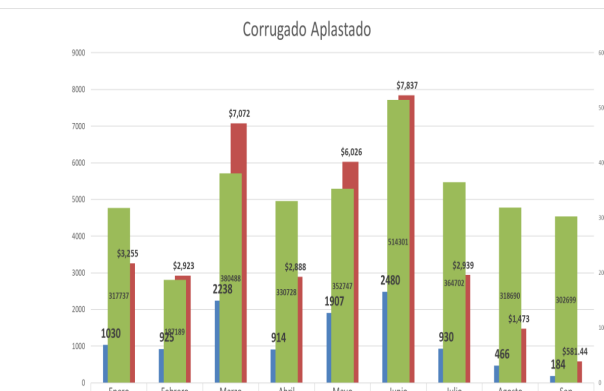
Cuales productos o procesos son afectados? Productos corrugados

Donde esta el problema, en el producto o en el proceso? En el enrollador y en el humectador

Cuando aparecio por primera vez? Sin registro

Como es la tendencia del problema? El promedio mensual de esta perdida es de \$4705.69 USD, en 12 meses serian \$56,468.29 USD. Por tanto nuestro objetivo de ahorro anual estimado sera de \$37,573.30

Corrugado Aplastado



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep
Scrap Kg Corrugado aplastado	1030	925	2238	914	1907	2480	930	466	184
USD	\$3,255	\$2,923	\$7,072	\$2,888	\$6,026	\$7,837	\$2,939	\$1,473	\$581.44
Prod. Kg Corrugado	317737	187189	380488	330728	352747	514301	364702	318690	302699

problema

Name	Function	Presen ce
Mauricio Abaroa	1.- Mantenimient	30%
Balentin Fernandez	2.- Produccion	10%
Martin Hernandez	3.- Produccion	10%
Andres Vasquez	4.- producción	10%
Armando Juarez	5.- Procesos	80%
Emmanuel Davila	9.- Procesos	80%
Guadalupe Sanchez	6.- Calidad	20%

1.2. Clarificar el problema: Visualización

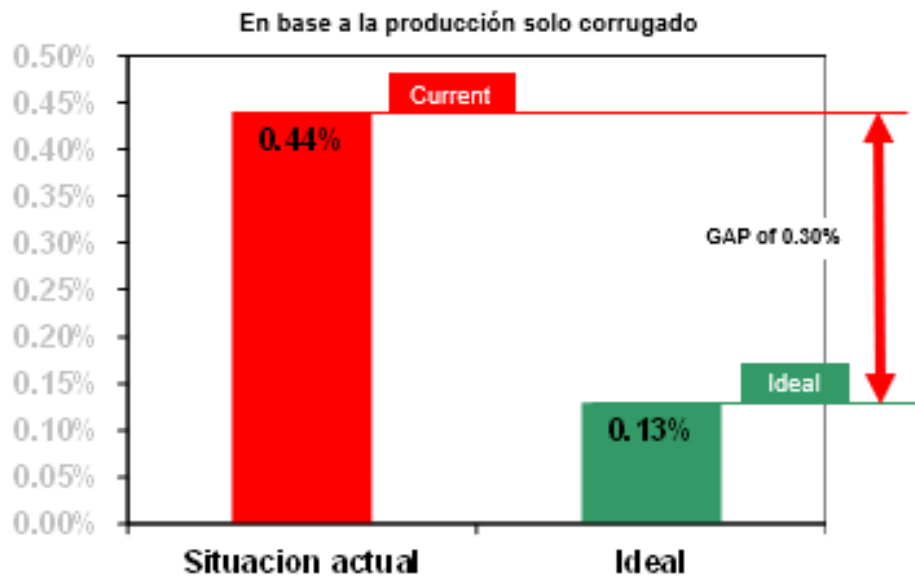


Ilustración 7 Grafica: Visualización de los resultados

IDEAL SITUATION:

Desperdicio por corrugado por debajo del 0.13%

CURRENT SITUATION:

Desperdicio en 0.44%

PROBLEM STATEMENT:

Entre los meses de enero a Septiembre, se ha identificado que uno de los problemas más críticos en el proceso productivo es el desperdicio causado por el corrugado aplastado. Durante el mes de junio, este defecto resultó en una pérdida de aproximadamente \$7,837 USD, lo cual representa un costo significativo en términos de desperdicio de materiales.

Si este nivel de desperdicio persiste a lo largo del año sin implementar acciones correctivas, se estima que el impacto económico de este defecto podría alcanzar los \$94,041 USD anuales. Este análisis subraya la importancia de implementar estrategias de mitigación para reducir este tipo de scrap y evitar pérdidas económicas a gran escala, lo cual será esencial para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del proceso productivo

2.1 Comprenda la situación actual: Proceso

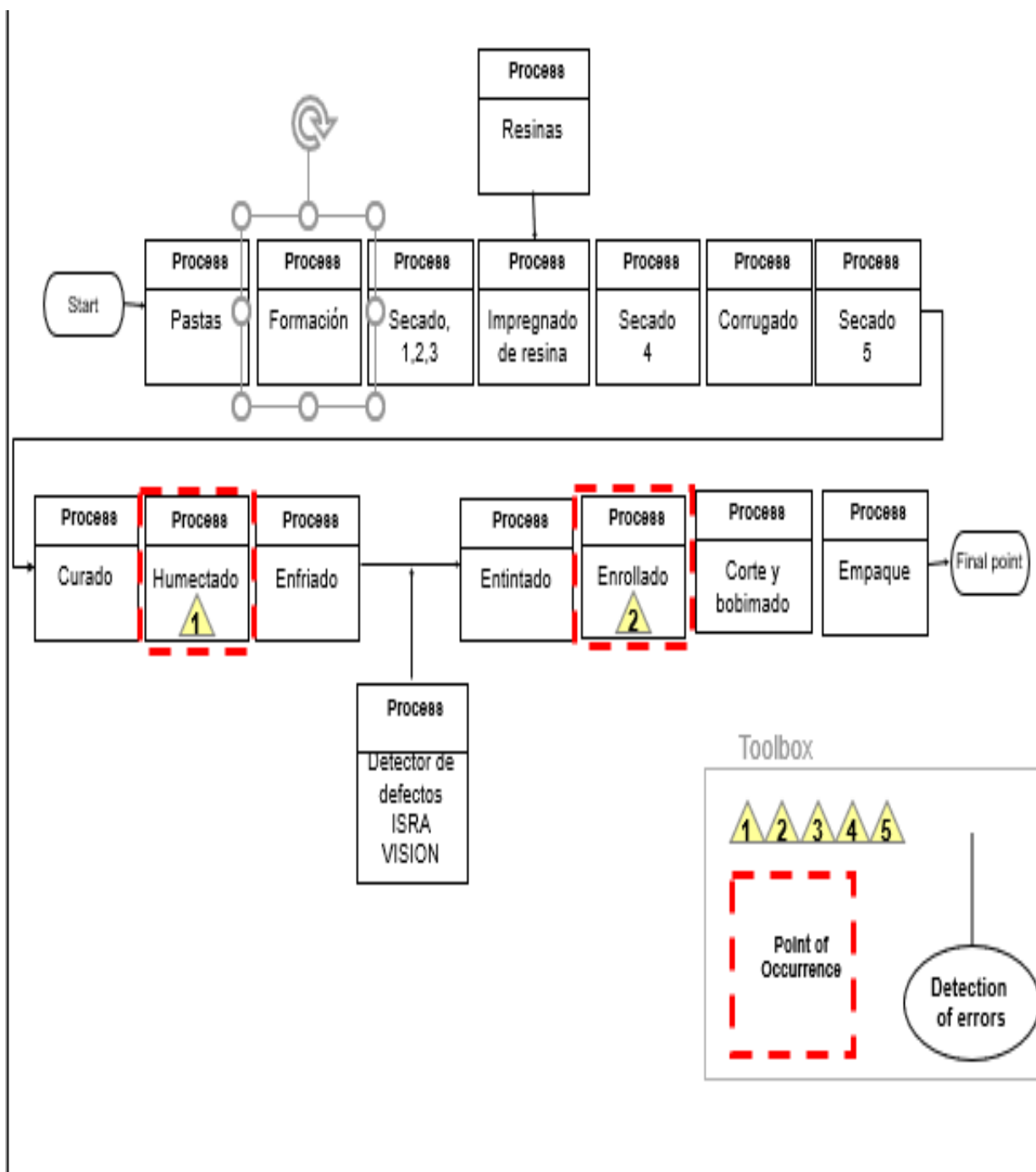


Ilustración 8 Grafica Diagrama del proceso

En la gráfica de análisis anual de scrap se observa que el corrugado aplastado destaca como uno de los defectos más significativos en la generación de desperdicio. Este defecto representa una de las principales fuentes de scrap dentro del proceso productivo, evidenciando la necesidad de enfocar los esfuerzos de mejora en esta área para reducir el impacto negativo en la eficiencia y los costos operativos de la empresa.

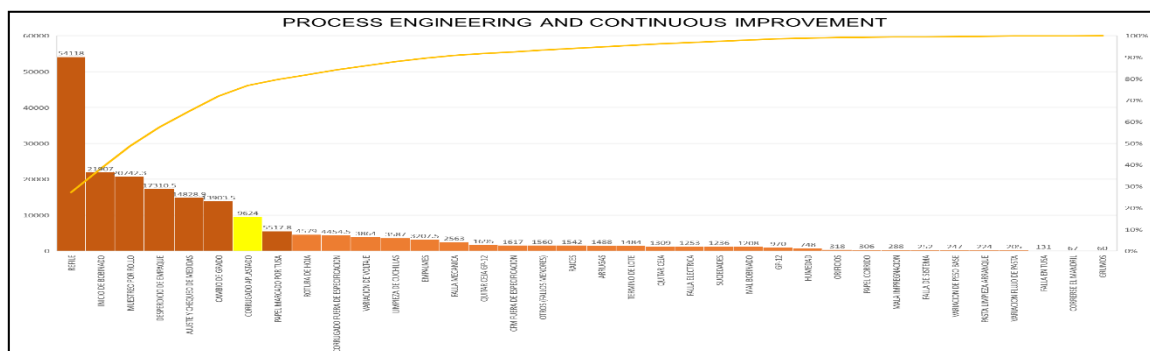


Ilustración 9 Grafica Reporte de Scrap al año resaltando el corrugado aplastado

2.3. Comprenda la situación Actual: Diagrama ISHIKAWA

Se llevó a cabo un análisis mediante un diagrama de Ishikawa, en colaboración con diversas áreas de la empresa, para asegurar un enfoque integral en la identificación de las causas raíz del problema. Este diagrama permite una visión detallada de los factores que contribuyen al defecto, facilitando un análisis estructurado y exhaustivo. Gracias a esta herramienta, fue posible identificar y clasificar las posibles causas del scrap de manera sistemática, lo cual constituye un paso fundamental para abordar el problema de forma efectiva y proponer soluciones precisas.

Su principal utilidad radica en facilitar el análisis de causa raíz, al estructurar las diferentes causas que pueden estar influyendo en un problema, agrupándolas en categorías como hombre, máquina, método, material, medición y medio ambiente. Esto permite una visión más amplia y detallada, ayudando a descomponer problemas complejos en sus componentes esenciales.

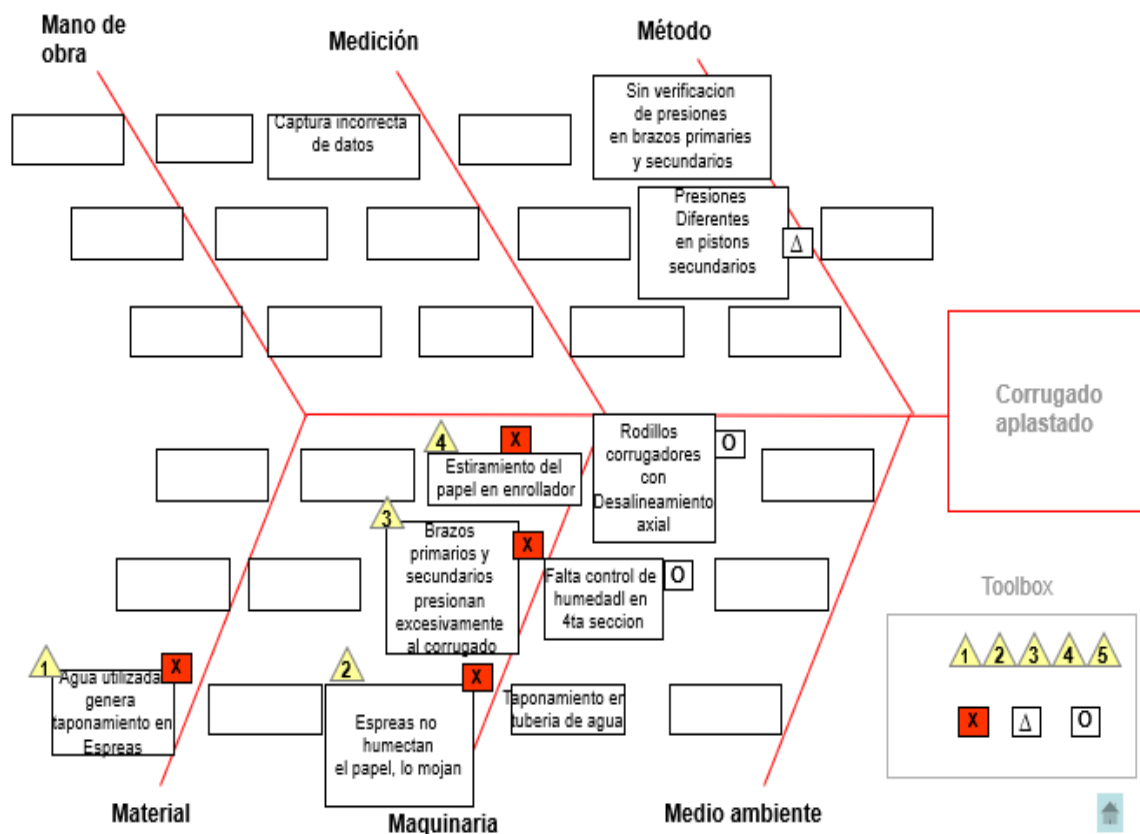


Ilustración 10 Diagrama Ishikawa

3. Fijar Objetivos

Visualization the influence of the priority ideas

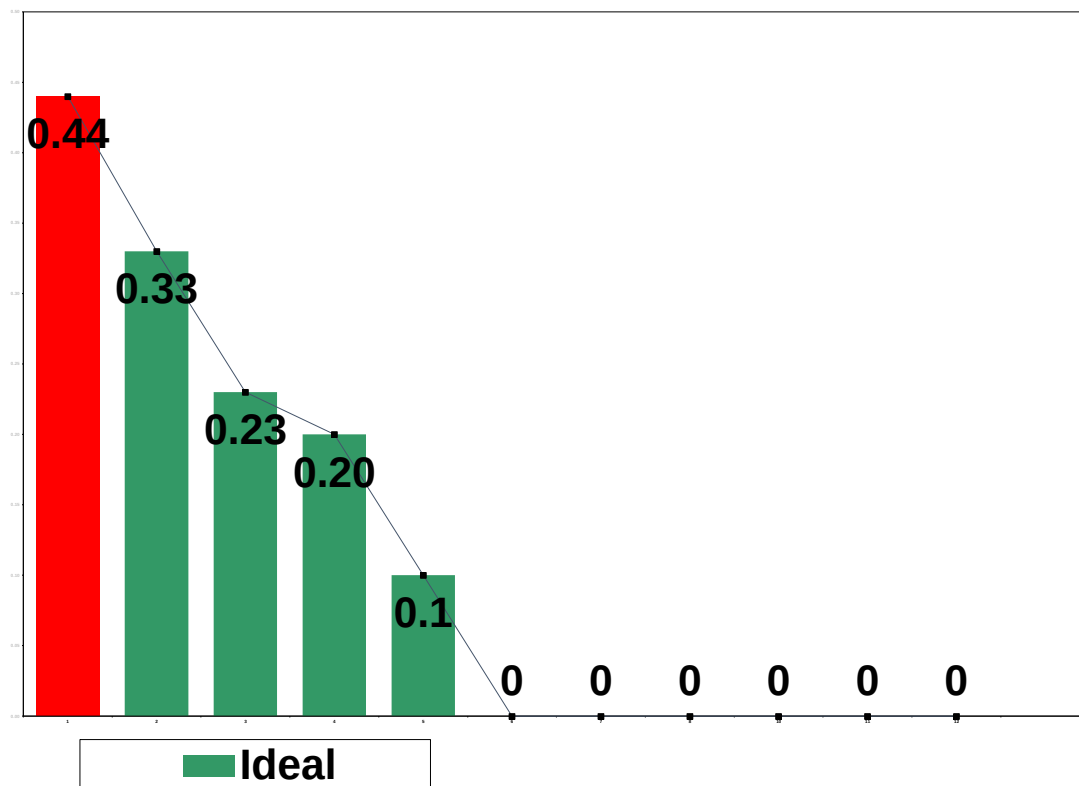


Ilustración 11 Grafica de visualización de la influencia de las diferentes acciones en la disminución del corrugado aplastado

La gráfica ilustra la disminución progresiva del defecto de corrugado aplastado a lo largo del tiempo. Esta tendencia descendente refleja el éxito de las estrategias implementadas para reducir este tipo de scrap, evidenciando una mejora en la calidad del proceso productivo. La reducción continua en el corrugado aplastado no solo contribuye a minimizar pérdidas materiales, sino que también optimiza la eficiencia operativa, consolidando un avance significativo hacia la reducción de desperdicio en la planta.

4. Análisis de la causa: 5 Porques?

Se llevó a cabo un diagrama de "5 Porqués" en colaboración con diversas áreas de la empresa, con el objetivo de identificar y comprender las causas subyacentes del problema. Esta metodología permitió profundizar en cada aspecto del defecto identificado, analizando de manera sistemática las razones que contribuyen a su aparición. A través de este enfoque estructurado, se logró una comprensión más clara del problema, facilitando el desarrollo de soluciones efectivas y sostenibles para abordar las causas raíz de manera integral

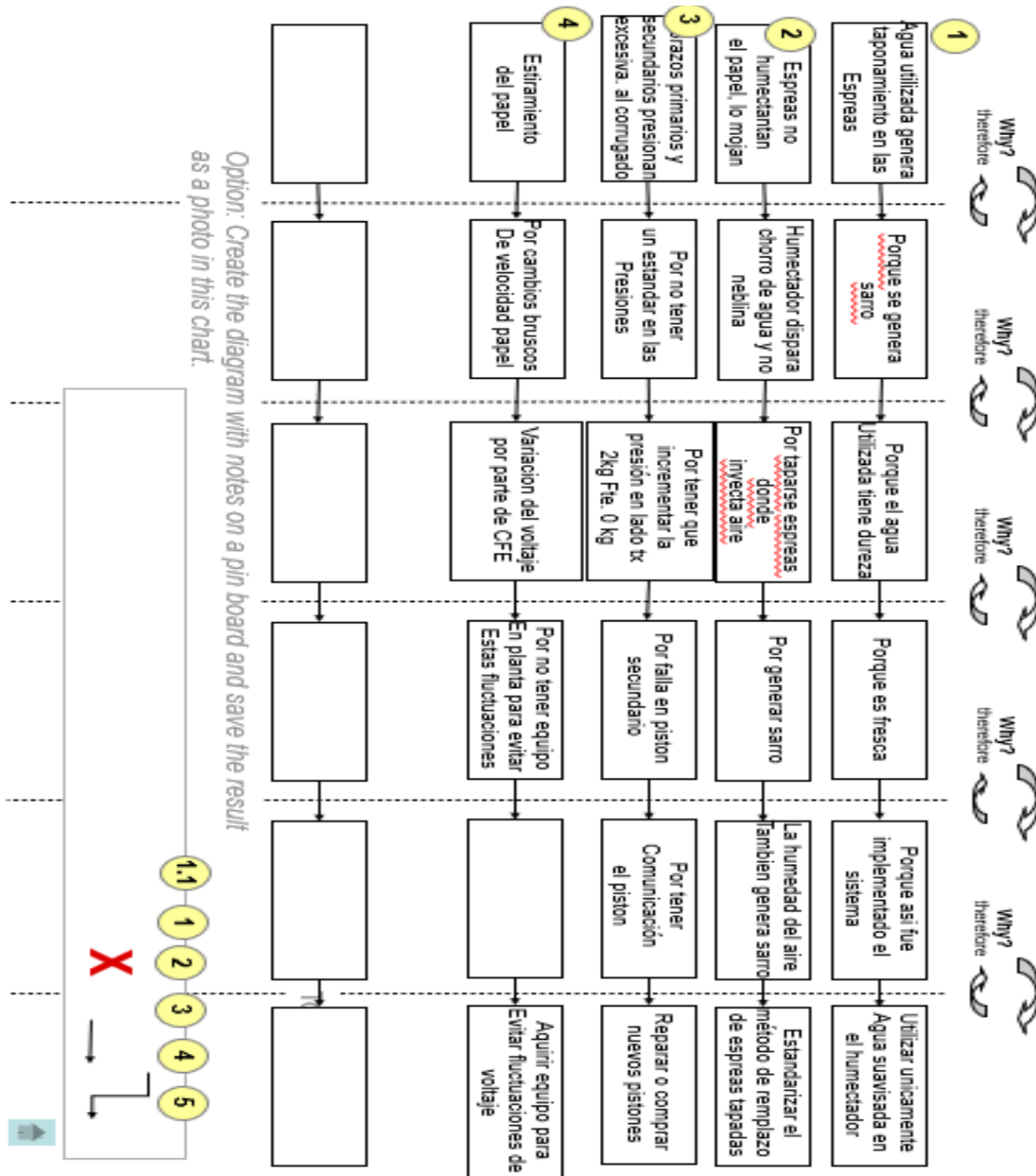


Ilustración 12 Diagrama 5 porques?



5. & 6. Desarrollar Contramedidas y Ejecutarlas

Después de realizar los pasos previos para el análisis detallado del problema, se elaboró un plan de acción que define las actividades específicas a llevar a cabo para abordar el defecto identificado. En este plan, se establecieron claramente las responsabilidades asignadas a cada área o persona encargada de ejecutar las tareas, así como las fechas de inicio y finalización correspondientes a cada actividad. Este enfoque estructurado garantiza un seguimiento adecuado de las acciones, asegurando que se lleven a cabo dentro del plazo previsto y con los responsables adecuados para cada tarea, lo que facilita la implementación efectiva de las soluciones propuestas

Hollingsworth & Vose® Creating a Cleaner World™					AZ Action Plan				FE-001-1 Rev.1			
Improvement Priority Title		Mgmt. Owner	Armando Juárez,					Date Started				
Reducir el desperdicio por corrugado aplastado		Support Team	Mauricio A	David Acoltzi				10/07/2024				
			Guadalupe Vasquez	Supervisores				Next Review				
			On Target - Action plan and TTI on track									
Project Summary												
						Julio						
Action Step / Kaizen Events		Owner	Percent Complete	Planned Start	Planned Complete	W1	W2	W3	W4	Comentarios		
Ingeniería de Procesos y Mejora Continua												
Levantamiento en piso de informacion		Armando Juárez	●	10/07/2024	11/07/2024							
Verificacion comunicaci3n de pistones secundarios frente y transmision en cada paro		Jorge Tinajero	●	08/03/2024	08/03/2024	P						
Uso agua suavizada para el humectador, definir compra de suavizador nuevo o bomba		Jorge Tinajero	●	11/03/2024	11/03/2024							
Seguimiento a proyecto de regulacion de voltaje		Jorge Tinajero	○	11/03/2024	30/12/2024							
Generacion de estandares de presion brazos primarios y secundarios, hoja estandar		Armando Juárez	●	10/07/2024	18/07/2024					Se incluyen en el formato del centerline presiones de cada punto		
Entender como es el funcionamiento de una esprea		Armando Juárez	●	10/07/2024	10/07/2024							
Revison continua de spreas del humectador con ayuda visual		Armando Juárez	●	10/07/2024	10/07/2024							
Revison sistema de agua del humectador		Armando Juárez	●	08/07/2024	10/07/2024							
Revison del filtro del humectador		Armando Juárez	●	10/07/2024	10/07/2024							
Revison de rotametros del humectador		Armando Juárez	○	10/07/2024	30/07/2024							
Revison de datos de MEI y porcentajes de scrap, que se realione con los consumos no con la produccion		Armando Juárez	●	10/07/2024	30/07/2024							
Revison a la correcta captura del defecto corrugado aplastado		Armando Juárez	○	10/07/2024	16/07/2024							
Revison hoja de proceso enrollador		Armando Juárez	●	10/07/2024	16/07/2024							
Colocacion de indicadores visuales en manometros de presion enrollador		Armando Juárez	●	23/07/2024	23/07/2024							
Confirmar efecto de la variacion de voltaje con el corrugado aplastado		Armando Juárez	●	08/07/2024	10/07/2024							
Activar sensor de temperatura lado transmision y compartir link HOB0 con supervisores		Armando Juárez	●	25/07/2024	25/07/2024							
Realizar procedimiento de difusion del procedimiento cambio de baterias sistema HOB0		Armando Juárez	●	25/07/2024	25/07/2024							
Modificar bases de medidores de gap en estacion de corrugado		G Rodríguez	●	25/07/2024	25/07/2024							
DEFINE - MEASURE - ANALYZE - IMPROVE - CONTROL			On Target	At Risk	Behind							

Ilustración 13 Plan de Acción

7. Monitoreo de resultados

El monitoreo de los resultados obtenidos muestra una mejora considerable en la reducción del defecto de corrugado aplastado, como se observa en la gráfica comparativa con los meses anteriores. Este descenso significativo en el scrap ha llevado a una notable disminución de las pérdidas de producto, reflejando una mejora sustancial en la calidad del proceso productivo. La reducción del desperdicio no solo evidencia el éxito de las medidas implementadas, sino que también representa un ahorro importante en los costos asociados, lo que contribuye directamente a la eficiencia operativa y a la rentabilidad general de la empresa.

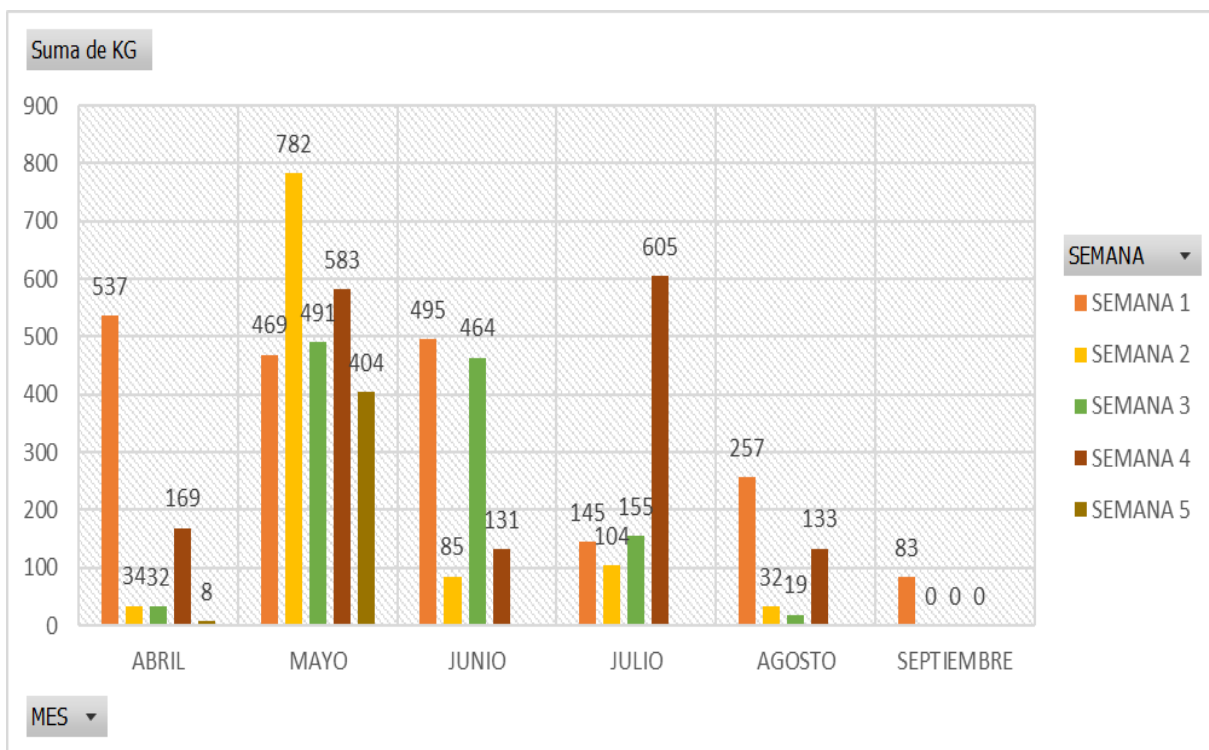


Ilustración 14 Gráfica de monitoreo semanal durante el año del corrugado aplastado

Resultados

Los resultados obtenidos en este proyecto han evidenciado mejoras significativas en la calidad y eficiencia del proceso productivo, con un impacto directo en la reducción del scrap, particularmente en el defecto de corrugado aplastado. La implementación de la metodología A3 y de herramientas de análisis como el diagrama de Ishikawa y el "5 Porqués" permitió identificar y abordar las causas raíz de los principales problemas de desperdicio. A partir de este análisis detallado, se desarrolló e implementó un plan de acción específico, cuyos efectos se hicieron visibles en la disminución sostenida del scrap en la planta de producción.

El monitoreo diario de los indicadores de scrap y los reportes de KPI han sido cruciales para medir y evaluar la efectividad de las acciones correctivas aplicadas. Gracias a esta medición continua, se pudo observar una reducción progresiva en los niveles de desperdicio, evidenciada por una caída notable en la cantidad de material descartado debido al corrugado aplastado. Esta mejora no solo refleja una optimización en los procesos operativos, sino también una contribución directa a la reducción de costos, demostrando el valor económico de las intervenciones aplicadas.

Además, la reestructuración del reporte de scrap facilitó la clasificación precisa de los defectos, reduciendo así la duplicidad en los registros y mejorando la precisión en la identificación de las áreas de mayor impacto. Esta mejora en la recolección y clasificación de datos permitió realizar un análisis más eficiente y preciso, facilitando la toma de decisiones y el diseño de intervenciones dirigidas a los problemas críticos. Los histogramas y gráficos de control aplicados durante el proceso ayudaron a visualizar tendencias y patrones de comportamiento en el scrap, lo que permitió identificar los momentos críticos y realizar ajustes oportunos en el proceso productivo.

En el ámbito cualitativo, la implementación de la filosofía de mejora continua ha tenido un impacto positivo en la cultura organizacional. La participación activa de diferentes áreas de la empresa durante las etapas del análisis y resolución de problemas promovió un enfoque colaborativo y transversal, lo que permitió una mayor comprensión de los procesos y un compromiso compartido hacia la mejora. Esto resultó en cambios significativos en la forma de trabajo, como la estandarización de procesos, la adopción de herramientas para la toma de decisiones basadas en datos y un enfoque más estructurado para abordar problemas recurrentes.

Además, se fortalecieron las competencias del personal involucrado, quienes ahora poseen un entendimiento más profundo de las causas raíz de los problemas y cuentan con un marco metodológico claro para su resolución. Estas capacidades no solo contribuyen a mantener los resultados alcanzados, sino que también habilitan a la organización para enfrentar desafíos futuros de manera proactiva y eficiente.

En resumen, los resultados del proyecto van más allá de la simple reducción del scrap. Se logró una transformación integral que incluye la mejora continua en los procesos, una mayor eficiencia operativa, el fortalecimiento de la colaboración entre departamentos y la creación de una cultura de aprendizaje continuo. Estos logros no solo mejoran la rentabilidad inmediata de la operación, sino que también posicionan a la empresa en un camino sólido hacia la excelencia operacional. Un aspecto destacable de los resultados es el impacto positivo en la cultura organizacional de la empresa. La participación activa de distintas áreas en la implementación de soluciones y el seguimiento de los resultados ha impulsado una cultura de mejora continua y compromiso con la calidad. Este enfoque colaborativo no solo ha mejorado la efectividad del plan de acción, sino que también ha fortalecido la capacidad de la empresa para enfrentar futuros desafíos de calidad y eficiencia.

En términos económicos, la reducción del scrap ha tenido un efecto considerable en la rentabilidad del proceso productivo. La disminución de los defectos y la optimización de recursos han derivado en un ahorro significativo, alineado con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia de la empresa. La reducción de desperdicio representa, además, una mejora en el uso de materias primas, contribuyendo a un impacto ambiental reducido, en sintonía con los principios de responsabilidad social corporativa de la organización.

En resumen, los resultados obtenidos demuestran que la implementación de un análisis riguroso y estructurado, sustentado en metodologías de calidad, genera beneficios tangibles en términos de reducción de scrap, eficiencia operativa, ahorro económico y sostenibilidad. Estos resultados no solo validan el enfoque adoptado en este proyecto, sino que también subrayan la importancia de continuar aplicando estas herramientas y metodologías en futuros proyectos, consolidando un modelo de gestión de calidad que promueva la mejora continua y la excelencia en el proceso productivo.

La gráfica presenta una comparación con los meses anteriores y destaca una reducción significativa en el corrugado aplastado, lo que ha resultado en una disminución notable de las pérdidas de producto. Esta reducción de scrap no solo refleja una mejora en la calidad

del proceso productivo, sino que también representa un ahorro considerable en los costos asociados al desperdicio, contribuyendo directamente a la eficiencia y rentabilidad de la operación

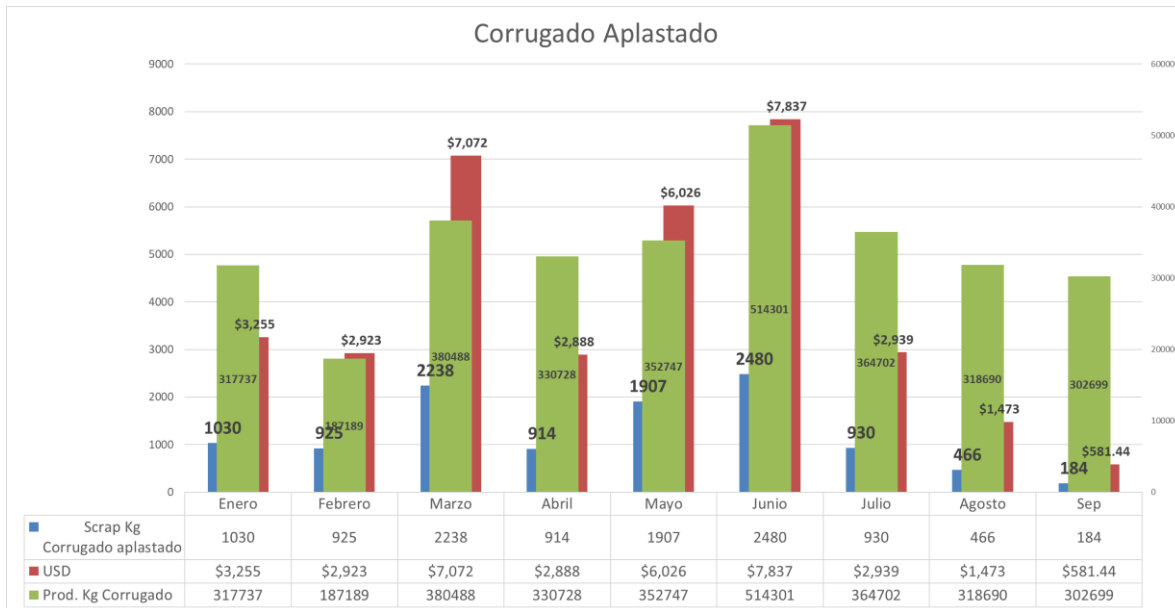


Ilustración 15 Grafica Resultado del A3 de reducción de Corrugado aplastado

La gráfica presentada compara los resultados actuales con los meses anteriores, destacando una reducción significativa en el defecto de corrugado aplastado. Esta disminución notable en el scrap ha contribuido a reducir las pérdidas de producto, reflejando una mejora tangible en la calidad del proceso productivo. La reducción de defectos no solo evidencia la eficacia de las medidas implementadas, sino que también tiene un impacto económico considerable, ya que minimiza los costos relacionados con el desperdicio de material.

Esta mejora no solo incrementa la eficiencia del proceso operativo, sino que también optimiza la rentabilidad de la planta, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y gestión de recursos. La tendencia descendente en el scrap refuerza el compromiso con la mejora continua y demuestra los beneficios de aplicar metodologías de calidad en la producción, lo cual es fundamental para el desarrollo sostenible y competitivo de la empresa en el mercado

Mes	kg	\$USD
junio	2480	7836.8
julio	930	2938.8
agosto	466	1472.56
septiembre	284	897.44

Como se puede observar en la gráfica el corrugado aplastado a reducción considerablemente, en el mes de junio hubo un total de 2480, después de aplicar las acciones consideradas se redujo progresivamente por lo cual hasta el mes de septiembre se produjeron solamente 284kg

Conclusión

El desarrollo de este proyecto ha permitido realizar un análisis integral y sistemático del problema del scrap en la planta de producción de papel, con un enfoque particular en la reducción del defecto de corrugado aplastado. A través de la implementación de la metodología A3 y el uso de herramientas de calidad como el diagrama de Ishikawa y el análisis de "5 Porqués", se lograron identificar las causas raíz del problema, brindando una comprensión profunda de los factores que generan desperdicio en el proceso productivo. Este análisis exhaustivo permitió establecer un plan de acción dirigido a minimizar los defectos identificados y mejorar la eficiencia operativa de la planta.

Durante el monitoreo de los resultados, se observó una reducción considerable en el scrap, lo cual tuvo un impacto directo en la disminución de los costos asociados al desperdicio y en la mejora de la rentabilidad del proceso productivo. La evaluación constante de indicadores clave de rendimiento (KPI) y el análisis detallado de los registros históricos de scrap contribuyeron a identificar patrones y tendencias que, en conjunto con la colaboración interdepartamental, fortalecieron las estrategias de mitigación implementadas. El trabajo conjunto con distintas áreas de la empresa fue fundamental para el éxito de las medidas correctivas, ya que facilitó un enfoque integral en la solución del problema y generó una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

Uno de los logros significativos de este proyecto fue el diseño y la implementación de un reporte actualizado de scrap, el cual permitió una clasificación más precisa y una reducción en la cantidad de defectos registrados. Esta modificación no solo optimizó el análisis del scrap, sino que también facilitó la toma de decisiones informadas, posibilitando un seguimiento más preciso de las áreas de mejora. La integración de herramientas estadísticas en el análisis, como histogramas y gráficos de control, fue igualmente crucial para monitorear la estabilidad del proceso y detectar desviaciones a tiempo, permitiendo ajustes inmediatos en las áreas afectadas.

Además, el enfoque en la mejora continua se consolidó como un valor central para el equipo de trabajo, con un compromiso hacia la calidad y la eficiencia que perdurará más allá del ciclo de este proyecto. La experiencia adquirida y los conocimientos aplicados durante el desarrollo de este proyecto no solo contribuyen a la optimización del proceso actual, sino que también sientan las bases para futuras mejoras en la planta y en otras áreas de producción. La reducción del scrap y la optimización de recursos están alineadas con los principios de sostenibilidad y responsabilidad social corporativa, posicionando a la empresa

como un referente en la industria del papel en cuanto a la gestión de calidad y eficiencia productiva.

En conclusión, este proyecto de residencia profesional ha demostrado la efectividad de un enfoque estructurado y basado en herramientas de calidad para la solución de problemas industriales complejos. La aplicación de la metodología A3, junto con el uso de técnicas de análisis de causas y herramientas estadísticas, no solo ha permitido una reducción significativa del scrap, sino que también ha impulsado la eficiencia y sostenibilidad del proceso productivo. Este logro no solo impacta positivamente en la rentabilidad de la empresa, sino que también contribuye a un uso más responsable de los recursos, con beneficios económicos y ambientales. La experiencia y el conocimiento adquiridos a lo largo de este proyecto representan un aporte valioso para el ámbito profesional y académico, consolidando la importancia de una gestión de calidad eficaz en la ingeniería de producción y en el sector industrial en general.

Competencias desarrolladas y/o aprendidas

Durante el desarrollo de este proyecto de reducción de scrap en la industria papelera, se han implementado y fortalecido diversas competencias clave en áreas técnicas, analíticas y de gestión de proyectos. Estas competencias no solo han sido fundamentales para el logro de los objetivos planteados, sino que también representan un conjunto de habilidades valiosas en el ámbito profesional de la ingeniería mecatrónica. A continuación, se describen las competencias más relevantes desarrolladas y aplicadas en el proyecto:

Análisis y Solución de Problemas Complejos

La identificación de causas raíz y la elaboración de un plan de acción basado en la metodología A3 requirieron un enfoque estructurado para la solución de problemas complejos. Esto incluyó la habilidad de descomponer un problema multifactorial (como el scrap de corrugado aplastado) en sus elementos fundamentales, aplicar herramientas de análisis como el diagrama de Ishikawa y el análisis de "5 Porqués", y diseñar soluciones efectivas basadas en datos y observaciones prácticas.

Gestión de la Calidad y Mejora Continua

La competencia en gestión de calidad ha sido central en este proyecto, ya que la metodología A3 y las herramientas estadísticas utilizadas son pilares fundamentales de los sistemas de mejora continua. A través del monitoreo de indicadores clave de rendimiento (KPI) y la aplicación de gráficos de control, se consolidaron habilidades en la evaluación y mejora de procesos, lo cual es esencial en la ingeniería de manufactura y producción.

Análisis de Datos y Herramientas Estadísticas

El uso de histogramas, gráficos de control y análisis estadísticos ha fortalecido la capacidad para interpretar datos de producción y aplicar análisis cuantitativos en la toma de decisiones. La interpretación de datos históricos y actuales para identificar tendencias y patrones fue fundamental para implementar ajustes oportunos y validar la efectividad de las medidas correctivas.

Gestión de Proyectos y Coordinación Interdepartamental

Este proyecto requirió una planificación y coordinación detallada entre diversas áreas de la empresa. La capacidad para gestionar actividades, asignar responsabilidades y monitorear los avances de acuerdo con un cronograma fue clave para el éxito del proyecto. Se desarrollaron habilidades de gestión de proyectos, como la definición de metas, el seguimiento de hitos y la asignación de recursos, además de habilidades de comunicación y colaboración interdepartamental para lograr una implementación efectiva.

Pensamiento Crítico y Toma de Decisiones Basada en Evidencia

La identificación de causas raíz y la selección de soluciones requerían un enfoque crítico y una toma de decisiones fundamentada en evidencia empírica. La capacidad para evaluar diferentes alternativas y seleccionar las más efectivas con base en los datos del proceso fue esencial para minimizar el scrap y mejorar la eficiencia operativa.

Capacidad de Adaptación y Flexibilidad

La adaptación ante la variabilidad de los procesos y la capacidad para realizar ajustes en función de los resultados diarios y de las mediciones de scrap fueron competencias clave. En un entorno productivo dinámico, la flexibilidad para ajustar las estrategias y mejorar el plan de acción en función de los resultados obtenidos es fundamental para alcanzar los objetivos de mejora continua.

Conocimiento y Aplicación de Normativas de Calidad y Sostenibilidad

Durante el proyecto, se aplicaron conocimientos sobre normativas de calidad y sostenibilidad, ya que la reducción de desperdicio se alinea con los objetivos de sostenibilidad corporativa y responsabilidad social empresarial. Esto fortaleció la competencia en la aplicación de estándares y en la gestión de procesos responsables con el medio ambiente y la comunidad, esenciales para la industria manufacturera moderna.

Comunicación Efectiva y Elaboración de Documentación Técnica

La comunicación de hallazgos, avances y recomendaciones fue fundamental en este proyecto. La elaboración de informes técnicos, presentaciones de resultados y reportes de seguimiento de indicadores facilitó el entendimiento y alineación con otros departamentos. Además, la claridad en la documentación técnica asegura que los procedimientos y aprendizajes puedan replicarse y sostenerse a largo plazo.

En conjunto, estas competencias desarrolladas y aplicadas a lo largo del proyecto reflejan una formación integral en gestión de calidad, análisis de datos y liderazgo técnico, todos ellos esenciales para una carrera exitosa en ingeniería mecatrónica. La experiencia obtenida fortalece las bases necesarias para enfrentar retos futuros en el ámbito de la mejora continua y la optimización de procesos en la industria.

Referencias

- [1]García, M. (2019). *Reducción de Scrap en Procesos Industriales*. Editorial Técnica.
- [2]González, A., & Pérez, L. (2021). *Sostenibilidad en la Industria Manufacturera: Estrategias y Retos*. Ediciones Universitarias.
- [3]Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.
- [4]Harry, M. J., & Schroeder, R. G. (2000). *Six Sigma: A breakthrough strategy*. Doubleday.
- [5]Pyzdek, T. (2003). *Pyzdek's guide to SPC, Volume one: Fundamentals*. Quality Publishing
- [6]Snee, R. D., & Rodebaugh, G. A. (2002). *The process improvement handbook: A blueprint for managing change and increasing organizational performance*. McGraw-Hill.
- [7]Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1993). *Quality Planning and Analysis: From Product Development through Use*. McGraw-Hill.
- [8]Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice-Hall.
- [9]Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons.
- [10]Klefsjö, B., Wiklund, H., & Edvardsson, B. (2001). **A framework for understanding*
- [11]Antony, J., Rodgers, B., & Cudney, E. A. (2017). *Lean Six Sigma for public sector organizations: Is it a myth or reality?* *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(1), 140–154. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-06-2015-0086>
- [12]George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Maxey, J. (2004). *The Lean Six Sigma pocket toolbox: A quick reference guide to nearly 100 tools for improving process quality, speed, and complexity*. McGraw-Hill.
- [13]Shook, J. (2008). *Managing to Learn: Using the A3 Management Process to Solve Problems, Gain Agreement, Mentor and Lead*. Lean Enterprise Institute.
- [14]Sobek, D. K., & Smalley, A. (2011). *Understanding A3 Thinking: A Critical Component of Toyota's PDCA Management System*. CRC Press.
- [15]Wilson, P. F., Dell, L. D., & Anderson, G. F. (1993). *Root cause analysis: A tool for total quality management*. ASQ Quality Press.
- [16]Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- [17]Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press.

[18]Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*. Productivity Press.

[3]Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.

[8]Ishikawa, K. (1991). *Introduction to Quality Control*. 3A Corporation.

[7]Juran, J. M. (1992). *Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services*. Free Press.

[16]Kotter, J. P. (1996). *Leading Change*. Harvard Business Review Press.

[19]Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.

[9]Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to Statistical Quality Control (8th ed.)*. Wiley.

[20]Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.

[5]Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2014). *The Six Sigma Handbook (4th ed.)*. McGraw-Hill.

[17]Jones, P., & Robinson, M. (2020). *Operations and Supply Chain Management*. Oxford University Press.

[18]Nolan, J. (2020). *Reducing Scrap in Manufacturing: Principles and Techniques*. Manufacturing Press.

[19]Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Wiley.