



Estrategias para la reducción del desperdicio de material corrugado generado durante el proceso de picking en el centro de operaciones de Novaventa SAS.

Valentina Muñoz Arango

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniera Industrial

Modalidad de práctica: Semestre de industria

Asesora

Carmen Elena Patiño Rodríguez, Doctor (PhD)

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita

(Muñoz Arango, 2024)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Muñoz Arango, V., (2024). *Estrategias para la reducción del desperdicio de material corrugado generado durante el proceso de picking en el centro de operaciones de Novaventa SAS*. [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio César Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Mario Alberto Gaviria Giraldo.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a todas las personas que, durante mi periodo académico, estuvieron apoyándome y me dieron ánimos para seguir adelante y culminar mi carrera profesional. Especialmente a mis padres, mis abuelas y a mi pareja que siempre creyeron en mí y que sin ellos este título no podría ser posible.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad de Antioquia por darme la oportunidad de tener educación de calidad y obtener un título profesional, a la empresa Novaventa SAS por permitirme realizar mi periodo práctico de manera adecuada, conocer sus procesos, confiar en mí para realizar las actividades asignadas y, además, ser parte de mi proceso formativo y por medio de sus colaboradores brindarme mucho conocimiento y experiencias que serán muy útiles en mi vida profesional.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
1 Objetivos	13
1.1 Objetivo general	13
1.2 Objetivos específicos	13
2 Marco teórico	14
2.1 Mejoramiento de procesos	14
2.1.1 Six Sigma	15
2.1.2 Manufactura esbelta	16
2.1.3 DMAIC	20
2.2 Picking	31
3 Metodología	33
3.1 Definición	33
3.2 Medición	34
3.3 Análisis	35
3.4 Mejora	39
3.5 Control	39
4 Resultados	41

4.1	Generalidades de la empresa	41
4.1.1	Misión y visión Novaventa SAS	41
4.1.2	Proceso de picking	42
4.2	Problema	43
4.3	Implementación DMAIC	44
4.3.1	Definición	44
4.3.2	Medición	45
4.3.3	Análisis	49
4.3.4	Mejora	55
4.3.5	Control	58
5	Análisis	61
6	Conclusiones	63
	Referencias	65
	Anexos	69

Lista de tablas

Tabla 1 *Novedades detectadas en la toma de inventario de corrugado*

47

Lista de figuras

Figura 1 <i>Componentes de un proceso</i>	14
Figura 2 <i>Línea de tiempo historia Six Sigma</i>	16
Figura 3 <i>Estructura de los mapas de procesos</i>	22
Figura 4 <i>Estructura del PMAP</i>	23
Figura 5 <i>Metodología para elaborar un plan de acción</i>	29
Figura 6 <i>Variables del picking</i>	32
Figura 7 <i>Clasificación de variables</i>	33
Figura 8 <i>Metodología para realizar un diagrama PMAP</i>	34
Figura 9 <i>Metodología para realizar un indicador</i>	35
Figura 10 <i>Metodología para realizar un AMEF</i>	36
Figura 11 <i>Escala de severidad AMEF</i>	37
Figura 12 <i>Escala de ocurrencia AMEF</i>	37
Figura 13 <i>Escala de detección AMEF</i>	38
Figura 14 <i>Metodología para realizar un diagrama de Pareto</i>	38
Figura 15 <i>Metodología para una sesión de lluvia de ideas</i>	39
Figura 16 <i>Metodología para elaborar un Visual Management</i>	40
Figura 17 <i>Caja tipo bliss y componentes</i>	42
Figura 18 <i>Layout máquinas armadoras</i>	43

Figura 19 <i>Fragmento del PMAP realizado para el movimiento de corrugado en el CO de Novaventa SAS</i>	44
Figura 20 <i>Porcentaje de desperdicio por campaña</i>	47
Figura 21 <i>Porcentaje de desperdicio por componente de las campañas 4, 5, 6 y 7</i>	48
Figura 22 <i>Informe de desperdicio de corrugado de la campaña 6</i>	49
Figura 23 <i>Fragmento del AMEF de las 3 primeras etapas del proceso de corrugado que generan desperdicio</i>	50
Figura 24 <i>Pareto Causas y RPN</i>	51
Figura 25 <i>Fragmento y estructura del Visual Management de desperdicio de material corrugado en Novaventa SAS</i>	60

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AMEF	Análisis de modos de efectos y fallas
DMAIC	Definir, medir, analizar, mejorar y controlar
CO	Centro de operaciones
SST	Seguridad y salud en el trabajo
3M	Muda, Muri, Mura
6M	Materiales, métodos, medio ambiente, mano de obra, maquinaria, medición
RPN	Número de prioridad del riesgo
SPC	Control estadístico de procesos
PMAP	Mapa de procesos detallado
SAP	Desarrollo de programas de sistemas de análisis
LUP	Lección de un punto
ANOVA	Análisis de la varianza

Resumen

Las técnicas de Lean Manufacturing son adoptadas por muchas empresas para mejorar sus procesos en términos de eficiencia, productividad, calidad y rentabilidad, permitiendo la identificación de oportunidades de mejora y sus desperdicios asociados para determinar acciones correctivas que contribuyan en la eliminación de estos desperdicios. El picking es el proceso en donde se organizan los pedidos de los clientes para ser despachados, existen diferentes tipos, uno de ellos es el pick to light, el cual representa un reto en el empaque ya que este debe ser tipo canasta o caja para trasladarse por una línea de transporte e ingresarle los productos correspondientes, en el caso de la caja de corrugado, durante el desplazamiento en el proceso se puede generar desperdicio. Novaventa SAS es una empresa del Grupo Nutresa, la cual comercializa en Colombia productos de diversos negocios mediante venta directa por catálogo, máquinas dispensadoras y E-Commerce. Se cuenta con una red nacional de 250,000 personas que realizan las ventas del catálogo a los cuales se les da el nombre de Nova empresarios. En el centro de operaciones de la empresa se observó que existe un desperdicio de material corrugado utilizado para el empaque de los pedidos. Con base a esta situación se estableció el objetivo del presente proyecto que es desarrollar un plan estratégico para reducir la generación del desperdicio de material corrugado generado durante el proceso de picking en la empresa Novaventa SAS, para alcanzar este objetivo se determinó utilizar la metodología DMAIC.

Palabras clave: Desperdicio, Lean Six Sigma, DMAIC, material corrugado, logística, picking, Novaventa SAS, material de empaque, Lean Manufacturing.

Abstract

Lean Manufacturing techniques are adopted by many companies to improve their processes in terms of efficiency, productivity, quality and profitability, allowing the identification of improvement opportunities and their associated waste to determine corrective actions that contribute to the elimination of these wastes. Picking is the process where customer orders are organized to be shipped, there are different types, one of them is pick to light, which represents a challenge in the packaging because it must be basket or box to move along a conveyor line and enter the corresponding products, in the case of the corrugated box, during the displacement in the process can generate waste. Novaventa SAS is a Grupo Nutresa company that markets products from various businesses in Colombia through direct catalog sales, vending machines and E-Commerce. It has a national network of 250,000 people who carry out catalog sales, who are called “Nova Empresarios”. In the company's operations center it was observed that there is a waste of corrugated material used for packing orders. Based on this situation, the objective of this project was established, which is to develop a strategic plan to reduce the generation of corrugated material waste generated during the picking process at Novaventa SAS, to achieve this objective it was determined to use the DMAIC methodology.

Keywords: Waste, Lean six sigma, DMAIC, corrugated material, logistics, picking, Novaventa SAS, packing material, Lean manufacturing.

Introducción

Novaventa SAS “es la compañía de formatos de dispensación innovadores de Grupo Nutresa y comercializa en Colombia productos de los Negocios de Chocolates, Galletas, Cárnicos, Pastas, Cafés y Helados”, (Novaventa, 2022) entre otros productos. La empresa opera a través de tres medios de comercialización, los cuales son venta directa que hace referencia a la venta por catálogo, venta al paso (máquinas dispensadoras de snacks y máquinas de café), y E-Commerce el cual es venta por medio electrónico, (Novaventa, 2022). Adicional Novaventa SAS cuenta con una red de 250.000 Nova empresarios y tiene una presencia a nivel nacional. En su centro de operaciones en donde se realiza el proceso de picking de los pedidos, estos se empaacan en cajas de cartón, las cuales se arman y se tapan dentro del proceso.

En la observación del proceso se descubrió que existe un desperdicio considerable de material corrugado, que afecta en términos de costos y calidad de empaque a la empresa. Es por ello que, el presente informe de práctica explora como la metodología DMAIC de Lean Six Sigma puede ser aplicada de manera efectiva para determinar el nivel de desperdicio y generar un plan estratégico que permita reducir el desperdicio de material corrugado por medio de acciones de mejora y a su vez aumentar la rentabilidad en la empresa.

El informe se desarrolla inicialmente con la definición de objetivos del proyecto, posteriormente se realiza una contextualización de los conceptos de las herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto, en la tercera parte de la construcción del informe se explica la metodología utilizada por cada etapa del DMAIC; en la etapa definir se conoce todo el proceso en donde existe movimiento físico y teórico de corrugado, en medir se diseña un indicador que permite medir el nivel de desperdicio por cada campaña, en la etapa de analizar se realiza un AMEF para definir las causas del desperdicio a profundidad y priorizarlas por medio de un diagrama de Pareto, en mejorar se establecen acciones de mejora para las causas prioritarias y en la fase de controlar se establece el plan de acción en un Visual Management con el fin de llevar el control de la implementación. En los capítulos finales se muestran los resultados obtenidos del proyecto, el análisis de los mismos y las conclusiones finales.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Desarrollar un plan estratégico para reducir la generación del desperdicio de material corrugado generado durante el proceso de picking en el centro de operaciones de Novaventa SAS.

1.2 Objetivos específicos

- Registrar datos relevantes acerca de la generación de desperdicios de material corrugado.
- Determinar el nivel de desperdicios en material de empaque producidos durante el proceso de picking.
- Identificar las causas que ocasionan los desperdicios por medio de herramientas de diagnóstico.
- Diseñar planes de acción de mejora continua que permitan disminuir los desperdicios.

2 Marco teórico

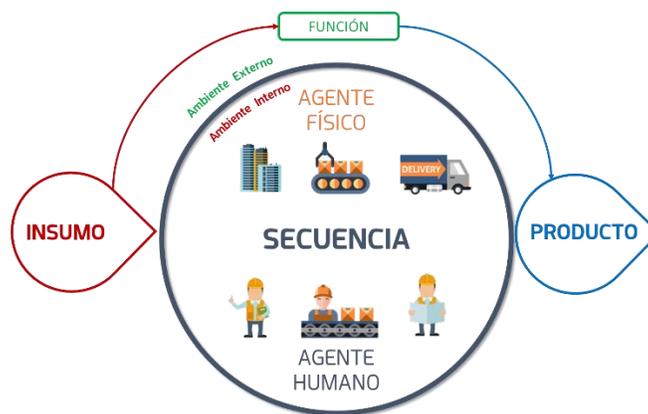
Siendo el objetivo del proyecto establecer estrategias para reducir el nivel de desperdicio de material corrugado en el centro de operaciones de la empresa Novaventa SAS, se establecen dos temas centrales, el mejoramiento de procesos y picking. Por lo tanto, en este capítulo se presentarán las principales definiciones asociadas con el tema.

2.1 Mejoramiento de procesos

Un proceso es una serie organizada de actividades repetitivas cuyo resultado tiene un valor intrínseco para el usuario o cliente. Este valor se define como todo aquello que es apreciado y estimado por quien recibe el producto, (Zavala, 2019). Además, en un proceso se agrega valor al cliente, entendiendo este proceso como un conjunto de actividades interrelacionadas que transforman entradas en salidas, (Zavala, 2019).

Figura 1

Componentes de un proceso



Nota. Fuente <https://educatia.com.co/unit/que-es-un-proceso-industrial/> (VibeThemes, 2020)

El mejoramiento de procesos implica la realización de mejoras y adaptaciones que permitan que las compañías se sostengan en el tiempo, mejorando la productividad y la eficiencia y a su vez disminuyendo costos. Hoy en día, una de las estrategias más comunes para mejorar los procesos es la implementación de proyectos Seis Sigma para reducir defectos, los procesos de producción

generan diversos tipos de desperdicios que impactan negativamente en la utilidad esperada, por lo que es crucial reducir o eliminar los desperdicios, (Tegüe & Duque, 2023).

2.1.1 Six Sigma

En el año 1979 Motorola, la compañía de aparatos electrónicos a pesar de registrar muy buenos resultados en términos de utilidades, en una reunión de planificación estratégica, Arthur Sundry gerente de ventas del sector comunicaciones opinó que la calidad de los productos Motorola era pésima, (Escobedo & Socconini, 2021). Esta observación llamó la atención del director general de la compañía y lo llevó a hacer una revisión de la calidad de los productos de la compañía. En esta se obtuvo como resultado que muchos de los productos nuevos estaban registrando fallos y esto ocasionada una mala fama para la empresa, adicional encontraron que también existían problemas en la producción y la entrega de los productos, (Escobedo & Socconini, 2021).

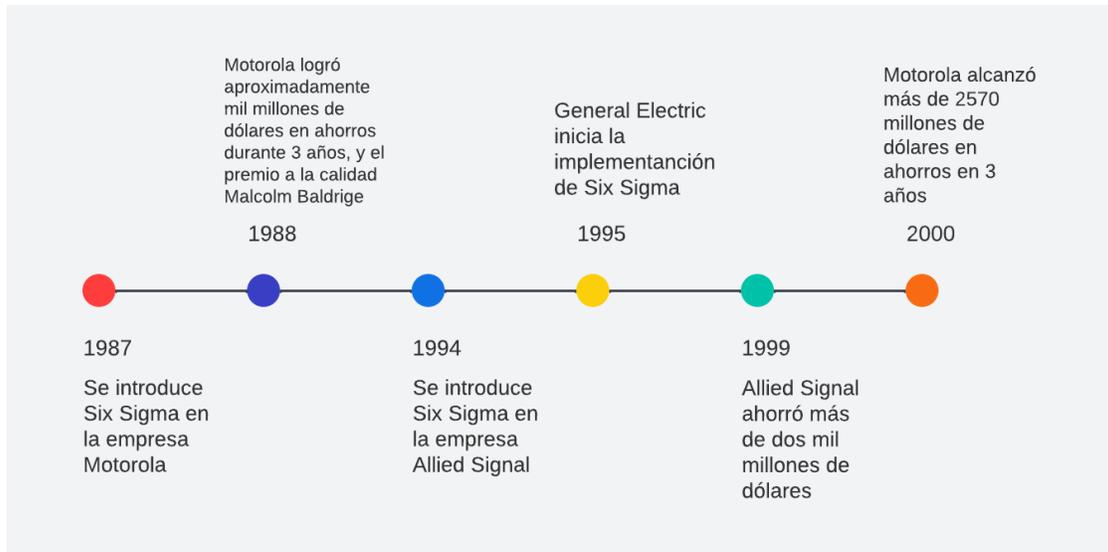
En respuesta a estos problemas, en 1981 la gerencia de Motorola inició una serie de actividades continuas con el objetivo de mejorar significativamente, con la meta de multiplicar por diez la calidad y la satisfacción de los clientes en un periodo de cinco años, (Escobedo & Socconini, 2021)

La historia de Six Sigma inició cuando uno de los ingenieros de Motorola empezó a realizar un estudio sobre la variación de los procesos, estas variaciones son conocidas también como desviación estándar representada con la letra griega Sigma (σ), (Escobedo & Socconini, 2021). Así en 1987 el director general propuso una meta drástica para mejorar la calidad de 6000 defectos por millón a un nivel Six Sigma, que se define como 3,4 defectos por millón, (Escobedo & Socconini, 2021).

Planteada esta meta, por medio de acciones implementadas en la empresa, paso de generar 6000 defectos por millón en 1981 a 40 en 1992. Este efecto llegó a muchas otras empresas las cuales, aplicando técnicas similares, también obtuvieron mejoras considerables, (Escobedo & Socconini, 2021).

Figura 2

Línea de tiempo historia Six Sigma



Nota. Adaptado de Importancia de la Integración de las Metodologías TPM y Lean Six Sigma en la Mejora Continua de los Procesos de las PYMES Procesadoras de Café, (Sánchez & Zapata, 2021).

Six sigma puede ser definido como una estrategia destinada a incrementar la rentabilidad, expandir la cuota de mercado y mejorar la satisfacción del cliente mediante el uso de herramientas estadísticas que puedan lograr mejoras significativas en la calidad de los productos, (Tegüe & Duque, 2023). Se enfoca principalmente en el cliente, empleando datos reales y su recopilación para disminuir la variabilidad del proceso y sus defectos, con el propósito de mejorar el desempeño y aumentar la eficiencia, (Sánchez & Zapata, 2021).

2.1.2 Manufactura esbelta

Tras la Segunda Guerra Mundial, Toyota, enfrentando condiciones adversas por situaciones del país, los ingenieros Eiji Toyoda y Taiichi Ohno desarrollaron el Sistema de Producción Toyota, el cual consistía en producir pequeñas cantidades para así ahorrar costos, disminuir inventarios y además de mejorar la calidad. Este sistema posteriormente fue conocido como Lean Manufacturing. Esta filosofía se difundió globalmente y se implementó en varios sectores, tanto en servicios como en manufactura, (Tejeda, 2011).

Así como Six Sigma, la Manufactura esbelta es un método de mejora de la calidad y la productividad que se ha implementado con gran éxito en grandes empresas de todo el mundo, (Jimenez & Amaya, 2014). Empresas como Toyota, Ford e Intel las cuales usando metodologías lean lograron reducir considerablemente las actividades que no agregaban valor al producto final.

Estas metodologías son ampliamente adoptadas por empresas globales debido a su efectividad para abordar problemas organizativos. Mejoran la calidad, eficiencia y satisfacción del cliente, siendo estratégicas para impulsar la rentabilidad y resolver desafíos empresariales contemporáneos. (Jimenez & Amaya, 2014). Se han obtenido mejoras en procesos de muchas compañías a nivel mundial, lo que prueba que el buen uso de estas técnicas representa una mejora considerable en reducción de desperdicios y aumento de la productividad de las empresas.

Una de las maneras para abordar las oportunidades de mejora que se pueden encontrar en una organización es identificando las 3 mudas de la metodología lean, estas son:

- **Muri:** Son aquellas actividades que implican sobrecarga, como trabajos pesados, estrés en el trabajo y riesgos, (Socconini, 2021).
- **Mura:** Son actividades que generen variabilidad en el proceso, (Socconini, 2021).
- **Muda:** Todas las actividades que generen desperdicio, los 8 tipos de desperdicio definidos en lean son: Sobreproducción, exceso de inventario, defectos, movimientos, procesos innecesarios, esperas y búsquedas, transporte, energía, talento sin acción y contaminación, (Socconini, 2021).

2.1.2.1 Desperdicio

Podríamos definir la palabra desperdicio como una actividad que no está generando valor al proceso, sin embargo, existen diferentes percepciones acerca de lo que es un desperdicio y adicionalmente también se dividen en diferentes tipos.

Se define el desperdicio como cualquier recurso que no agregue valor al producto final que será entregado al cliente y que afecte su calidad o costos internos, (Zavala, 2019). El concepto de desperdicio en el trabajo fue detectado por Frank Gilbreth quien identificó que un albañil debía

agacharse demasiado para poder tomar los ladrillos con los que trabajaba, para evitar este movimiento introdujo un pequeño andamio, el cual ayudaba a que los ladrillos estuvieran a la altura de la cintura del albañil, lo que le permitió trabajar tres veces más rápido y con mucho menos esfuerzo físico (Correa, 2007).

Como se mencionó anteriormente existen varios métodos para identificar desperdicios, uno de ellos es las 3M (Mura, Muri y Muda) la eliminación de alguno de estos desperdicios implica también la reducción o eliminación de los demás (Correa, 2007), por ello es importante identificarlos. En ese sentido según la metodología lean existen 8 tipos de desperdicios los cuales son: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, procesos innecesarios, inventario, movimientos innecesarios, defectos y desaprovechamiento del talento humano (Tejeda, 2011).

2.1.2.1.1 Sobreproducción

Una de las formas cómo se materializa el desperdicio es la sobreproducción, la cual se refiere a hacer el producto en grandes cantidades sin ser requeridas por el cliente, producirlo antes o más rápido, (Tejeda, 2011). La sobreproducción ocasiona que en las empresas haya inventario acumulado, exceso en los equipos o maquinaria, flujo desequilibrado del material, mayor espacio de almacenamiento, problemas ocultos y fabricación anticipada, (Socconini, 2019). Algunas de las razones por las que se puede ocasionar este tipo de desperdicio son que la producción decide adelantarse “por si acaso” la comunicación entre las áreas no es asertiva, cambios y reajustes muy lentos y falta de consistencia en la programación de la producción, (Socconini, 2019).

2.1.2.1.2 Tiempo de espera

Este desperdicio hace referencia a todo el consumo de tiempo que no agrega valor al proceso, ya sea que el operario espera a que una máquina termine el trabajo, espera instrucciones, información, materiales o herramientas, (Socconini, 2019). Estas situaciones pueden ocurrir por mala programación o poco control de la producción, se emplea más personal del necesario y por la falta de programación de los cambios de producto, (Socconini, 2019).

2.1.2.1.3 Transporte

Este desperdicio consiste en mover material de producto en proceso o producto terminado de un lado a otro, (Tejeda, 2011). Esto implica un desperdicio en términos de tiempo y dinero, ya que al mover el producto de un lado a otro en planta puede poner en riesgo la integridad del artículo o producto. Algunas de las principales causas de este desperdicio son que los lotes fabricados son muy grandes, programas de producción inconsistentes, con muchos cambios o inexistentes, falta de orden en el lugar de trabajo y distribución inadecuada de las instalaciones, (Socconini, 2019).

2.1.2.1.4 Procesos innecesarios

En ocasiones muchos procesos que se realizan dentro de la empresa no están generando realmente valor. La gestión adecuada de este desperdicio implica identificar esos procesos y eliminarlos totalmente, combinarlo con otro proceso que, si agregue valor, reducirlo o simplificarlo, (Socconini, 2019). Algunas causas que pueden ocasionar este desperdicio son la mala comprensión de los procesos, tecnología nueva que no se esté utilizando de forma correcta y no se cuenta con la definición del proceso productivo, (Socconini, 2019).

2.1.2.1.5 Exceso de inventario

“Almacenamiento excesivo de materia prima, en proceso o terminada. Ocupan espacio y requieren de instalaciones adicionales de administración”, (Tejeda, 2011) Tener un exceso de inventario implica espacios grandes para almacenar, permanencia de las primeras entradas (Primeros en entrar, últimos en salir), producto a la espera de ser procesado, baja rotación de inventarios y recursos adicionales, (Socconini, 2019). Las principales causas de generación de sobre inventario son poco conocimiento de la demanda real y cuellos de botella sin control, (Socconini, 2019).

2.1.2.1.6 Movimientos innecesarios

Esta muda hace referencia a los movimientos que realizan las personas dentro del proceso que no están agregando valor al producto, (Tejeda, 2011) este desperdicio implica que se emplee mucho tiempo en localizar materiales, herramientas personas e instrucciones, algunas de las causas

pueden ser que haya una mala distribución de planta, mala organización del área de trabajo o métodos mal definidos, (Socconini, 2019)

2.1.2.1.7 Defectos

Este desperdicio hace referencia a la pérdida de recursos empleados para producir un producto o servicio que sale defectuoso. En esta muda también se incluye la repetición de actividades, ya que, si el producto defectuoso se puede arreglar, esta acción, implica gastar de nuevo recursos y tiempo, (Socconini, 2019). La existencia de este tipo de desperdicio en una organización implica que haya exceso de personal que se dedique a corregir o inspeccionar, acumulación de inventario de productos a reprocesar o desechar, altos costos en reprocesamientos, (Socconini, 2019). Las principales causas de que esto suceda son, poca capacitación del personal, falta de controles en el proceso, incapacidad de las empresas proveedoras, variación excesiva de la producción y falta de cultura de calidad, (Socconini, 2019).

2.1.2.1.8 Desaprovechamiento del talento Humano

Este desperdicio hace referencia a no reconocer ni aprovechar las capacidades del personal, esta situación implica que las personas se sientan fuera del proceso, genera inseguridad para proponer ideas, crea un ambiente inestable y de alta rotación, (Socconini, 2019). Esto puede ocurrir porque los lideren toman las sugerencias como una queja o un tema personal, no existe un sistema adecuado de sugerencias y no se tienen en cuenta las opiniones de las personas, (Socconini, 2019).

2.1.3 DMAIC

Asociadas a las metodologías lean Six sigma existen herramientas y métodos que se utilizan para una buena implementación del enfoque en mejora continua, entre los métodos está DMAIC. La metodología DMAIC, vinculada a Lean Six Sigma, agrega valor y uniformiza procesos productivos, reduciendo desperdicios y defectos. Su versatilidad la hace aplicable a empresas de bienes o servicios diversos, (Orozco & Jaramillo, 2013).

Tener en cuenta que la aplicación de esta metodología y el logro exitoso de sus objetivos deben ir de la mano con la utilización de herramientas como el control estadístico de procesos,

análisis de variación de procesos, diseño de experimentos, pensamiento creativo, mejora continua y, especialmente destacado, escuchar atentamente la retroalimentación del cliente, (Tegüe & Duque, 2023). La mejora continua se basa en diversas metodologías, siendo el ciclo DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) uno de los más destacados en la gestión de proyectos Seis Sigma. Esta metodología actúa como una estrategia evolutiva, aplicándose para identificar problemas relacionados con la variación, tiempo de ciclo, rendimiento, diseño, entre otros aspectos, permitiendo implementar mejoras concretas y obtener resultados reales, (Tegüe & Duque, 2023).

Para implementar esta metodología se divide el proyecto en 5 etapas: definición, medición, análisis, mejora y control.

2.1.3.1 Definición

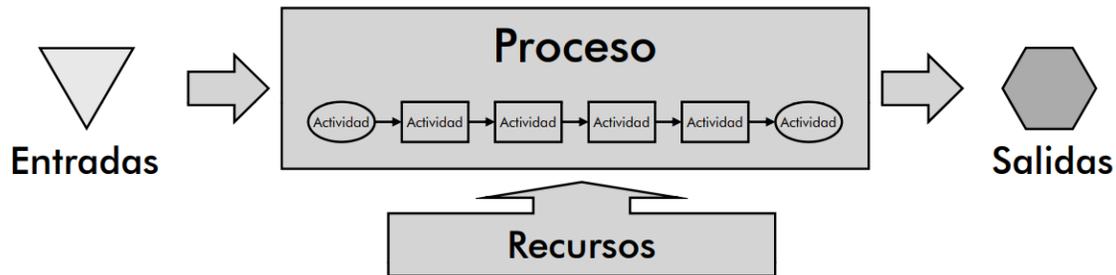
En esta fase se busca delimitar el proceso a mejorar con el proyecto. Además, se identifica el problema, se definen objetivos, se conocen las necesidades del cliente, las actividades del proceso, se determinan los recursos a utilizar, la duración estimada del proyecto, también se define el equipo de trabajo. En esta etapa también se busca definir el alcance del proyecto, (Tegüe & Duque, 2023).

Para establecer esta etapa es necesario responderse las siguientes preguntas “¿Por qué es necesario resolver el problema?, ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso?, ¿Qué beneficios de valor contable se espera lograr?” (Castañeda & Salazar, 2024) y para responderlas se recomiendan algunas herramientas de análisis como los 5 por qué, diagramas de flujo o procesos, entre otros.

2.1.3.1.1 Mapas de procesos

Conocer el proceso a medir es de suma importancia para lograr identificar las etapas clave en dónde se puede generar desperdicio. Una de las mejores opciones para reconocer cada fase del proceso a analizar es usar mapas de procesos que permitan determinar las entradas, recursos, actividades y salidas. En la **Figura 3** se puede observar cómo es la estructura general de los mapas de procesos.

Figura 3
Estructura de los mapas de procesos



Nota. Fuente Configuración y usos de un mapa de procesos, (Alvárez, 2012).

2.1.3.1.2 PMAP

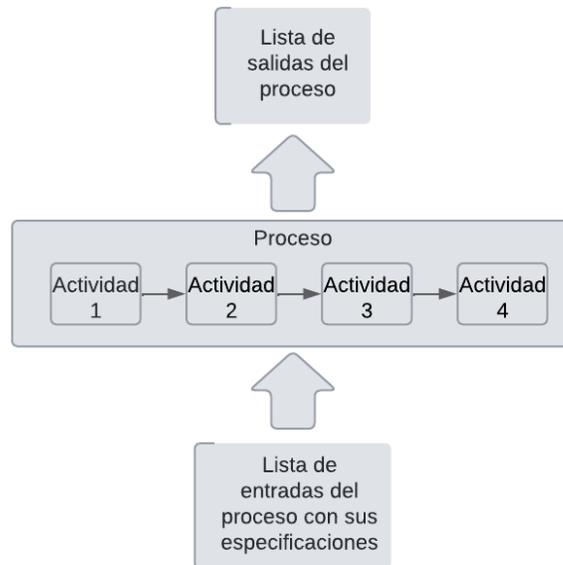
Es un mapa de proceso detallado que describe todas las actividades que intervienen en el proceso con ayuda de información específica que sirve para priorizar lo que entra y lo que sale en cada actividad. El propósito de este tipo de mapa de proceso es conocer a detalle cada etapa del proceso, identificando todas las entradas, salidas y especificaciones para identificar cuáles de estas etapas presentan oportunidades de mejora, (Excelencia Operacional Novaventa, s.f.).

Esta herramienta se usa normalmente en procesos que presentan algún tipo de desperdicio que se desea disminuir o eliminar, no debería utilizarse para macro procesos ya que se requiere mucho nivel de detalle, (Excelencia Operacional Novaventa, s.f.). Se utiliza en el ciclo DMAIC ya que da claridad acerca de las secuencias del proceso con el detalle especificado de las actividades que se realizan dentro de este, (Excelencia Operacional Novaventa, s.f.). Además, tiene en cuenta los procesos importantes de seguridad y salud en el trabajo (SST) que no se deben ignorar y temas de mantenimiento de las maquinarias. Este tipo de gráficos se realizan para departamentos independientes, y se incluyen todos los movimientos del material o proceso, (Lee & Snyder, 2017).

La estructura de este mapa de procesos está compuesta de las actividades del proceso, las salidas y entradas de cada actividad o etapa del proceso y las especificaciones de las entradas que se definen como críticas y/o controlables.

Figura 4

Estructura del PMAP



2.1.3.2 Medición

Realizar las mediciones adecuadas ayuda a establecer la mejora que se quiere lograr, (Salgueiro, 2005). En esta etapa se busca obtener y recolectar datos e información relevante para la realización del proyecto. Estas mediciones servirán como base para determinar eventualmente si la mejora implementada si fue efectiva, además de comparar y actualizar datos durante el transcurso del proyecto, (Tegüe & Duque, 2023).

2.1.3.2.1 Gráficos estadísticos

Los gráficos estadísticos se utilizan para mostrar datos numéricos y sus relaciones de manera clara y comprensible. Emplean formas geométricas, como barras, líneas y puntos, o números para representar información cuantitativa, (Serrano, 2009). El propósito de estos gráficos es facilitar la comunicación y el análisis de datos, haciendo que la información sea más accesible y fácil de entender para el público. Mediante el uso de características espaciales, como la longitud de una barra o la ubicación de un punto en un gráfico, los gráficos estadísticos permiten visualizar cantidades y relaciones de forma intuitiva y efectiva, (Serrano, 2009). La interpretación de estos gráficos por parte del lector es una habilidad que permite obtener información de los datos

recolectados para la realización de estos, permitiendo realizar una medición y comparación de los datos y así tener la capacidad de tomar decisiones acertadas, (Serrano, 2009). Algunos ejemplos de los tipos de gráficos estadísticos que existen y se pueden usar para la etapa de medición del DMAIC son el histograma, gráfico de Pareto, diagrama de dispersión, box plot, etc.

2.1.3.2.2 Indicadores

Los indicadores son herramientas que permiten adquirir información medible y cuantificable para determinar acciones futuras, respecto al proceso que se está evaluando (Lang, 2023). Básicamente los indicadores tienen dos funciones principales, aportar información sobre el estado real y actual de un proceso, proyecto, programa, política, etc. Y la segunda función es añadir a la primera un juicio de valor de manera objetiva para determinar si el desempeño obtenido es adecuado y con base a estos resultados tomar decisiones, (Valle & Rivera, 2008).

Algunas características clave de los indicadores es que un indicador tiene como principal objetivo permitir la comparación entre la situación actual y la deseada, para lograr esto se deben plantear las metas y objetivos de forma que se puedan ser evaluados y monitoreados, es por esto que debe ser cuantitativa o cualitativamente medibles, (Valle & Rivera, 2008). Debe ser preciso, estar claramente definido y ser inequívoco, de modo que no haya interpretaciones o dudas sobre el tipo de dato que se debe recopilar, por ello los datos siempre deben tomarse de la misma forma, (Valle & Rivera, 2008). La variabilidad en los resultados de un indicador debe deberse a cambios genuinos en lo que se está evaluando, no a modificaciones en el indicador mismo. Esto asegura que los datos recopilados sean precisos y útiles para el análisis y la toma de decisiones, es decir, debe ser consistente, (Valle & Rivera, 2008). Si la condición que se está midiendo mejora o empeora, el indicador debe mostrar un cambio correspondiente que refleje con precisión esa mejora o deterioro. La sensibilidad del indicador asegura que los cambios en los datos recolectados representen fielmente los cambios reales en la condición que se está evaluando, (Valle & Rivera, 2008). En resumen, un indicador debe ser medible, preciso, consistente y sensible, (Salgueiro, 2005).

Para establecer un indicador es recomendable realizarse preguntas como: ¿Qué se necesita medir para saber si se ha producido un cambio?, ¿Cómo se recopilarán las evidencias que

demuestren que se están dando resultados?, en el caso de que no haya habido avances ¿Qué se ha pasado por alto? (Lang, 2023). Además, es necesario definir el cálculo a realizar para determinar el valor del indicador, puede ser una razón, tasa o proporción.

- **Razón, Tasa y Proporción**

Una razón es el resultado que se obtiene de dividir una cantidad con otra, normalmente pueden ser expresados como un índice con el fin de comparar dos o más fenómenos. Por ejemplo, para hallar el índice de peso-talla se divide el peso entre la estatura menos 100, (Elandt-Johnson, 1997).

$$\text{Índice de peso/talla} = \text{kg}/(\text{cm} - 100)$$

Una proporción puede ser expresada también como una razón, su característica principal es que su numerador también está incluido en el denominador, por ejemplo, para hallar la proporción de hombres en un lugar se utiliza la siguiente fórmula, (Elandt-Johnson, 1997).

$$= \frac{\text{No. de hombres}}{\text{No. de hombres} + \text{No. de mujeres}}$$

Por otro lado, a diferencia de la razón y la proporción que son medidas de resumen, una tasa representa la rapidez para observar un cambio de dos variables donde una depende de la otra, (Elandt-Johnson, 1997). Por ejemplo, para hallar la tasa de mortalidad de una edad específica se calcula así:

$$= \frac{\text{No. de muertes observadas en la edad } X}{\text{Población en riesgo de la edad } X}$$

2.1.3.3 Análisis

Durante la etapa de análisis de la metodología DMAIC se realiza un análisis y una evaluación de los resultados obtenidos en las etapas anteriores con el fin de identificar, demostrar y determinar las causas raíz que están generando variación en el proceso para así poder intervenirlas, (Tegüe & Duque, 2023).

2.1.3.3.1 AMEF: Análisis de modos y efectos de falla

El AMEF es un método estructurado para detectar y valorar posibles fallos en productos o procesos, evaluando sus efectos y estableciendo medidas para minimizar el riesgo de rechazo y mejorar su fiabilidad, mediante la identificación y priorización de acciones correctivas (Montalban, 2015). Esta metodología se compone de 9 características las cuales son definir las etapas del proceso donde se genera algún tipo de falla, establecer por cada etapa cual es el modo de falla evidenciado y con base a esto definir cuáles son los potenciales efectos que produciría el fallo si ocurriese y definir un puntaje de severidad de este efecto. Adicionalmente basados en el modo de falla, se deben establecer las posibles causas teniendo en cuenta las 6M evaluando también su nivel de ocurrencia y registrar cuales son los controles actuales que se tienen para reducir la ocurrencia de la causa determinando también el nivel de detección del problema. Luego con base a los puntajes obtenidos se realiza el cálculo del RPN (Numero de prioridad del riesgo) multiplicando los tres puntajes obtenidos de la severidad, ocurrencia y detección.

El término Modo de falla, hace referencia a la forma específica en que un proceso puede dañarse, dejar de funcionar o no cumplir con las expectativas de desempeño establecidas, es decir, el modo de falla es la manera en cómo puede ocasionarse el problema analizado, (Montalban, 2015).

Realizar un AMEF en algún proceso de la organización, ayuda a la evaluación de las exigencias de diseño, impulsando la búsqueda de opciones o alternativas, se obtiene información adicional que apoya la mejora en la definición de nuevas medidas o pilotos que se van a llevar a cabo para mejorar el proceso (Mozo, 2019).

2.1.3.3.2 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta que se utiliza en las industrias para priorizar las decisiones que se toman frente a las causas que ocasionan un problema y así determinar estrategias para solucionarlo más efectivamente, (García, 2023). Es un gráfico en donde se organizan datos obtenidos de forma descendente y se representa por medio de barras simples para asignar prioridades a las causas, (Gallach et al., 2020).

Para determinar las causas que son los pocos problemas que representan los grandes problemas, (Gallach et al., 2020). Se definió la regla del 80/20 que dice que el 80% de los problemas se originan por un 20% de las causas, (Leal, 1987).

Para su realización se emplea una combinación entre un diagrama de barras y líneas, en el que las barras representan las causas que presentan fallos en el proceso y la curva representa el porcentaje de fallos de cada causa sobre el total, (García, 2023). Esta herramienta sirve para visualizar los datos que representan cada causa dándole una importancia a cada uno y así definir a cuáles causas se les debe dar prioridad en la implementación de una solución o un análisis focalizado, (Gallach et al., 2020).

Una empresa puede usar el diagrama de Pareto para varios propósitos, como, por ejemplo, para analizar causas de un problema, para estudiar resultados obtenidos y/o para planear una mejora en un proceso, (García, 2023).

2.1.3.4 Mejora

Se eligen las características de rendimiento que necesitan mejorarse para alcanzar la meta establecida. En este punto, se identifican, prueban y aplican soluciones de mejora, ya sea de forma parcial o integral, en los procesos, (Tegüe & Duque, 2023).

2.1.3.4.1 Lluvia de ideas

Es una herramienta que se trata de una técnica de trabajo en equipo que facilita la generación de una amplia variedad de ideas relacionadas con un tema específico, utilizando las causas del problema para enriquecer y ampliar las perspectivas sobre el mismo, (Delgado & Dominique, 2021). Esta estrategia puede contribuir a la generación de ideas acerca de las causas del problema así mismo, para definir las soluciones.

En el ámbito empresarial es ideal usar esta técnica en un equipo interdisciplinario, ya que cada persona tiene una percepción distinta del proceso a analizar. De esta forma se recogen las

ideas más relevantes para dar solución a los problemas presentados y se obtienen una “variedad de alternativas de solución en poco tiempo” (González et al., 2020).

Usar esta herramienta para la resolución de problemas, potencia el pensamiento creativo y la innovación, permite obtener muchas perspectivas y enfoques e impulsa a que el equipo se sienta parte del proceso y decida participar, (Delgado, 2021). A pesar de ser una herramienta muy útil para generar propuestas rápidamente, en ocasiones muchas de las ideas que se exponen suelen ser idóneas, por ello habría que realizar un análisis para saber qué tan posible es realizar su implementación, (González, 2008).

2.1.3.4.2 Matriz de priorización

La matriz de priorización es una herramienta que facilita la priorización de diversos criterios o elementos para determinar el orden de ejecución según su importancia, lo cual permite asignar los recursos necesarios en función de la prioridad de cada elemento, (Mejía, 2018).

Esta herramienta, es también conocida como diagrama de priorización y análisis de datos matriciales, es utilizada en el ámbito de la calidad para seleccionar una opción entre varias disponibles. Se emplea para priorizar ideas, actividades, características u planes de acción, (Izar, 2018). Su objetivo principal es tomar decisiones evaluando alternativas según ciertos criterios. Es útil en situaciones como elegir oportunidades de mejora en un proceso, encontrar la mejor solución para un problema, o seleccionar la mejor alternativa en el desarrollo de un nuevo producto, (Izar, 2018).

Dentro de una organización esta matriz se puede utilizar para analizar las causas y efectos de un problema, priorizar la importancia de proyectos que se llevarán a cabo, también para definir el orden de mantenimiento de la maquinaria (Mejía, 2018). Para su elaboración es necesario definir criterios de decisión que determinen que variable tiene mayor peso sobre otra, deben poder ponderarse para posteriormente realizar una comparación de opciones (Mejía, 2018).

2.1.3.4.3 Plan de acción

Un plan de acción es una herramienta que permite llevar a cabo las actividades planteadas por una organización para la resolución de oportunidades de mejora, mediante un planteamiento adecuado de los objetivos y metas, (Gutiérrez, 2008). Realizar un plan de acción permite llevar un marco de lo que se quiere trabajar, cuáles son las prioridades y los materiales requeridos apuntando siempre a la visión que se planteó inicialmente, (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010).

Las ventajas que tiene realizar un plan de acción es que sirve para organizar las actividades que deben realizar los colaboradores en la implementación de la mejora, fijar los objetivos principales de cada actividad, programar la asignación de recursos y realizar seguimiento al cumplimiento de las actividades y a las acciones ya implementadas, (Municipio El Espinal, 2006).

Figura 5

Metodología para elaborar un plan de acción



Nota: Obtenido de <https://blog.ganttpro.com/es/plan-de-accion/> (Stsepanets, 2022)

2.1.3.5 Control

Realizar un control del proceso para mantener la estrategia implementada a través del tiempo, esto se puede realizar por medio de herramientas como lista de chequeo, tablas de control, auditorias, Manual de procedimientos, entre otros. Esto para garantizar la continuidad y sustentabilidad de la mejora, (Tegüe & Duque, 2023).

2.1.3.5.1 Control estadístico de procesos (SPC)

El control estadístico de procesos es la aplicación de herramientas estadísticas que permitan identificar si el resultado de un proceso es el esperado, es decir, que corresponda al diseño planteado del producto o servicio correspondiente, (Carro & González, 2012). Los procesos en las organizaciones presentan variabilidad debido a la cantidad de factores que pueden afectarlo, es decir, que los productos no siempre podrán ser totalmente iguales, con el SPC, se busca reducir considerablemente esta variabilidad o mantenerla entre unos límites definidos, (Ruiz-Falcó, 2006).

Esta herramienta contribuye a mejorar la calidad en la fabricación de los productos realizados en el proceso, aumentar el conocimiento del proceso, (Ruiz-Falcó, 2006). Además, también se usa para informar a la gerencia los cambios que se han realizado en el proceso, (Carro & González, 2012).

2.1.3.5.2 Tablero de control visual (Visual Management)

El tablero de control visual ayuda a facilitar la comunicación de las actividades propuestas y su seguimiento a los participantes de un proyecto, esto lo realiza por medio de mensajes sencillos y accesibles, estableciendo objetivos reales, transparentes y válidos para el entendimiento de todos, (Abril, 2023). Esta estrategia es muy útil al momento de presentar planes de acción, ya que al definir metas, objetivos o tareas con sus respectivos responsables y el límite de tiempo claro, las personas estarán más conscientes de sus compromisos y ayudarán a cumplir los objetivos de forma eficaz y cada uno de ellos podrá observar su contribución al éxito del proceso, (Abril, 2023). Esta herramienta ayuda a tener una visualización clara de los procesos, los resultados y la mejora obtenida, (Abril, 2023).

Estar observando los resultados por medio de algún control visual contribuye a obtener una comprensión precisa sobre cómo se está dirigiendo un proyecto a los objetivos planteados inicialmente, permite conocer la información relevante del proceso a todos los involucrados, lo que ayuda a facilitar la toma de decisiones, determinar si se debería generar un nuevo mecanismo de corrección o prevenir cualquier desviación del proceso, (Abril, 2023).

2.1.3.5.3 Manual de mejoramiento

El manual de mejoramiento es un sistema de control interno en las empresas que se establece con el propósito de reunir información precisa y organizada. Esto facilita la creación de directrices claras, la definición de responsabilidades y la provisión de datos sobre funciones, políticas y procedimientos, todo orientado a optimizar las operaciones, (Navarrete, 2019). Se debe incluir en un manual de procedimiento las soluciones propuestas para mejorar el proceso que se está evaluando en un proyecto, los responsables con sus respectivas funciones para llevar a cabo las mejoras a implementarse, (Terán, 2014).

Un manual de mejoramiento, indica las actividades que deberían implementarse para mejorar un proceso, es una herramienta de recolección de información, en donde se especifican las operaciones que deben seguirse de forma ordenada y secuencial, (Vergara, 2017). Esto con el fin de alcanzar un objetivo principal.

2.2 Picking

El picking es una secuencia de actividades que realizan los colaboradores de la empresa para seleccionar y despachar los productos requeridos por los clientes en sus pedidos, (Huamán, 2022). Por medio de la preparación de pedidos se espera lograr que la coordinación de los procesos y las nuevas tecnologías puedan mejorar la productividad y que se realice la tarea de picking sin errores y con la calidad esperada por el cliente, (Torres, 2006). Con base a esto el picking tiene 2 principios, operatividad en términos de máxima productividad del personal y el aprovechamiento de las instalaciones, buscando reducir recorridos y minimizar la manipulación de los productos, (Torres, 2006). Y el segundo principio sería calidad buscando controlar la rotación del stock, información en tiempo real y cero errores, (Torres, 2006). Algunas de las variables a tener en cuenta en el picking se muestran en la **Figura 6**.

Figura 6

Variables del picking

Volumen de picking	Almacén
1. El tipo de producto	6. Diseño del almacén (lay-out)
2. Unidad de carga en producción y en ventas	7. Elementos de almacenamiento
3. Número y complejidad de los pedidos (flujos)	Medios materiales
4. Longitud de pasillos y altura de las estanterías	8. Carretillas - recoge pedidos
5. Niveles de stock	Informática
Métodos operativos	12. Gestión de ubicaciones
9. Mercancía al operario / Operario a mercancía	13. Radiofrecuencia, Código de barras
10. Zonificación y organización ABC	14. Paper-less
11. Sistema de extracción	

Nota. Fuente Logística y costos (Torres, 2006).

Existen varios tipos de picking, estos dependen del tipo de productos y numero de referencias, entre ellos se encuentra el picking to light, este tipo de picking se utiliza en empresas en donde la variedad de productos y referencias es muy alta, por ejemplo, en empresas de venta directa. Este sistema se basa principalmente en ubicar unos casilleros de almacenamiento o anaqueles donde se dispone los productos, se colocan unos terminales locales (diales) los cuales indican por medio de luz el producto y la cantidad a extraer, (Torres, 2006). Estas diales disponen de un botón el cual el operario presiona al momento de terminar el picking en esa zona, lo que hace que se encienda el siguiente dial. El contenedor, recipiente, cesta o caja en donde se ingresan los productos se desplazan por un sistema de rodillos, (Torres, 2006).

Las ventajas de este sistema de picking son que evita errores en la lectura y la extracción del producto, evita desplazamientos excesivos y actualiza en tiempo real el inventario y como desventaja este sistema puede resultar bastante costoso en su implementación inmediata, (Torres, 2006).

3 Metodología

La metodología planteada para la realización de esta investigación tiene un enfoque mixto, ya que se realizaron análisis cuantitativos en cuanto a costos relacionados con el desperdicio del material corrugado y se realizó un análisis cualitativo para conocer a profundidad cada una de las etapas del proceso y así mismo identificar el nivel y las causas del desperdicio de corrugado. Las etapas a seguir en la metodología fueron determinadas con base a la metodología DMAIC: Definición, medición, análisis, mejora y control.

3.1 Definición

Con el propósito de conocer a detalle cada una de las actividades del proceso para identificar los factores que influyen en la generación de desperdicio de material corrugado, se propone la creación de un PMAP (mapa de procesos detallado), de esta forma se pueden identificar todas las etapas del proceso, sus entradas y salidas. Adicional también se pueden identificar los puntos clave donde se genera desperdicio. El aspecto del PMAP es similar a un diagrama de flujo, su diferencia es que se agregan las entradas basándose en las 6M (Mano de obra, maquinaria, métodos, medio ambiente, medición y materiales) y estas se clasifican según el tipo de variable como se muestra en la **Figura 7**, se agregan las salidas y especificaciones.

Figura 7

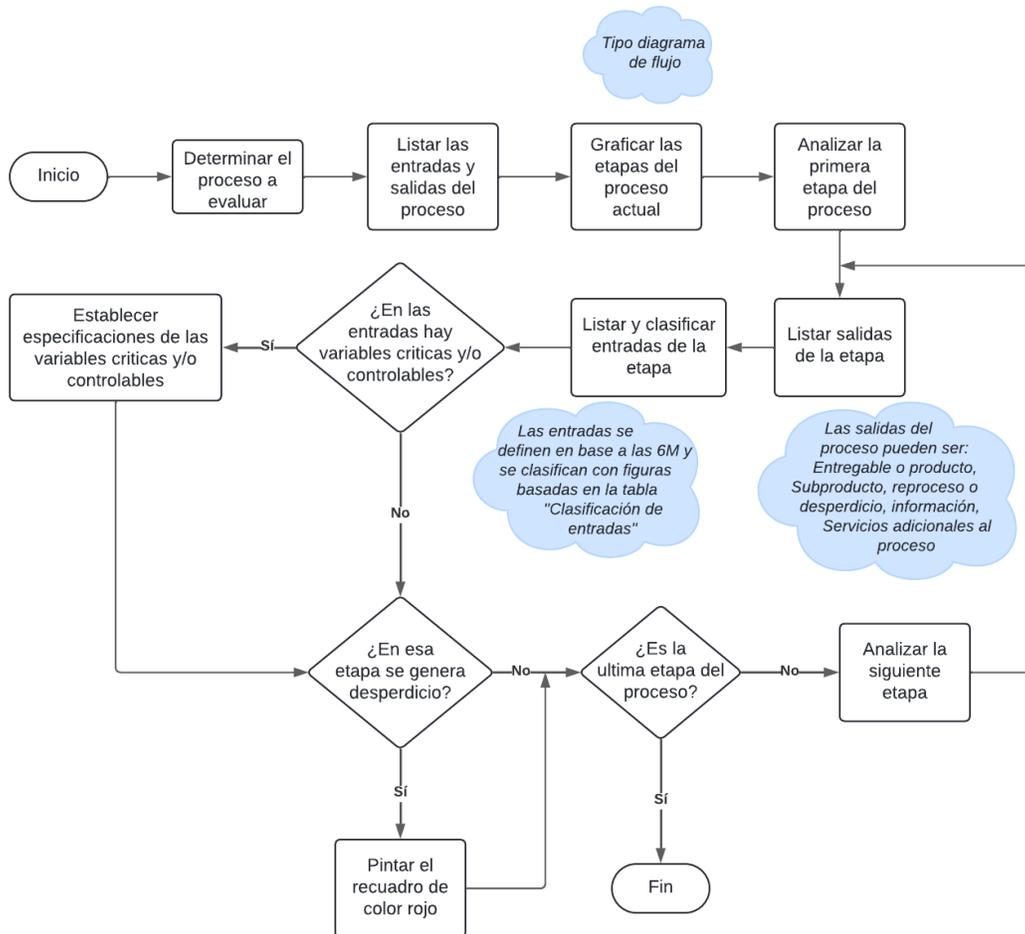
Clasificación de variables



La metodología para la realización de diagrama PMAP se muestra en la **Figura 8**.

Figura 8

Metodología para realizar un diagrama PMAP

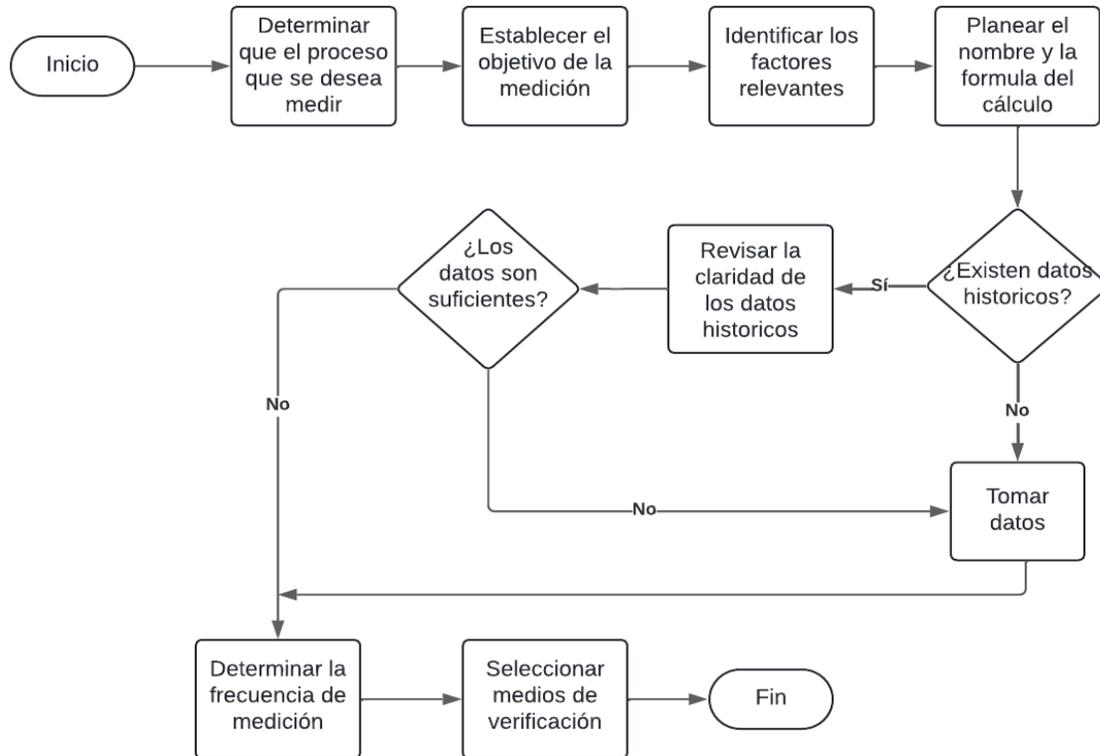


3.2 Medición

Para lograr determinar el nivel de desperdicio en términos de costos y unidades que se genera en el proceso de picking de la empresa Novaventa SAS, es necesario determinar un indicador que nos indique el desperdicio generado y si las estrategias a implementar si han representado una mejora significativa. Para ello el indicador se define como una resta de las entradas de material con las salidas del mismo. La metodología para la realización del indicador se muestra en la **Figura 9**.

Figura 9

Metodología para realizar un indicador

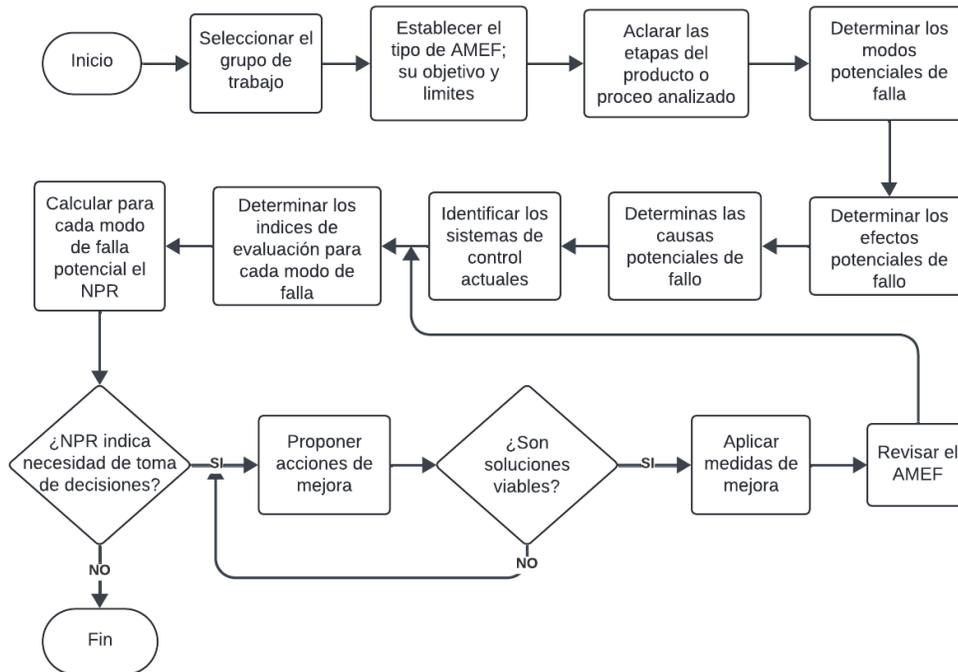


3.3 Análisis

De acuerdo a los resultados obtenidos en la etapa de identificación y medición se decide realizar un análisis de modos y efectos de falla AMEF de todas las etapas que en el PMAP se reconocieron como generadoras de desperdicio. Con el fin de identificar las causas principales de la generación de desperdicio de material corrugado y adicional priorizar cada una de ellas para saber cuáles son más primordiales para abordar. El proceso para la realización del AMEF se muestra en la **Figura 10**.

Figura 10

Metodología para realizar un AMEF



Nota. Adaptado de Flujograma para el desarrollo de AMEF (Bonalde, s.f.).

Los puntajes para definir la severidad, ocurrencia y detección en el AMEF se muestran en la **Figura 11**, **Figura 12** y **Figura 13** respectivamente.

Figura 11

Escala de severidad AMEF

Efecto	Criterio: severidad del efecto	Puntaje
Peligroso - Sin previo aviso	Puede exponer al cliente a pérdidas, daños o perturbaciones importantes. El fallo ocurrirá sin previo aviso.	10
Peligroso - Con advertencia	Puede exponer al cliente a pérdidas, daños o perturbaciones importantes. El fallo se producirá con advertencia.	9
Muy alto	Interrupción importante del servicio que involucra la interacción con el cliente, lo que resulta en retrabajo del asociado o inconvenientes para el cliente.	8
Alto	Interrupción menor del servicio que involucra la interacción con el cliente y que resulta en retrabajo del asociado o inconvenientes para los clientes.	7
Moderado	Interrupción importante del servicio que no involucra interacción con el cliente y que resulta en retrabajo del asociado o inconvenientes para los clientes.	6
Bajo	Interrupción menor del servicio que no involucra interacción con el cliente y que resulta en retrabajo del asociado o inconvenientes para los clientes.	5
Muy bajo	Interrupción menor del servicio que involucra la interacción con el cliente que no resulta en retrabajo del asociado ni inconvenientes para los clientes.	4
Menor	Interrupción menor del servicio que no involucra interacción con el cliente y no resulta en retrabajo del asociado ni inconvenientes para los clientes.	3
Muy menor	Ninguna interrupción del servicio notada por el cliente en ninguna capacidad y no resulta en retrabajo del asociado ni inconvenientes para los clientes.	2
Ninguno	Sin efecto	1

Nota. Plantilla brindada por la empresa consultora Lean Sigma Solutions.

Figura 12

Escala de ocurrencia AMEF

Probabilidad de fallo	Periodo de tiempo	Tasas de error por artículo	Puntaje
Muy alta: el fallo es casi inevitable	Más de una vez por día	≥ 1 en 2	10
	Una vez cada 3-4 días	1 en 3	9
Alto: Generalmente asociado con procesos similares a procesos anteriores que a menudo han fallado	Una vez cada semana	1 en 8	8
	Una vez cada mes	1 en 20	7
Moderado: Generalmente asociado con procesos similares a procesos anteriores que han experimentado fallas ocasionales, pero no en proporciones importantes.	Una vez cada 3 meses	1 en 80	6
	Una vez cada 6 meses	1 en 400	5
	Una vez cada año	1 en 800	4
Bajo: fallas aisladas asociadas con procesos similares	Una vez cada 1 - 3 años	1 en 1,500	3
Muy bajo: solo fallas aisladas asociadas con procesos casi idénticos	Una vez cada 3 - 6 años	1 en 3,000	2
Remoto: Es poco probable que se produzca un fallo. No hay fallas asociadas con procesos casi idénticos	Una vez cada 7 años o más	1 en 6000	1

Nota. Plantilla brindada por la empresa consultora Lean Sigma Solutions.

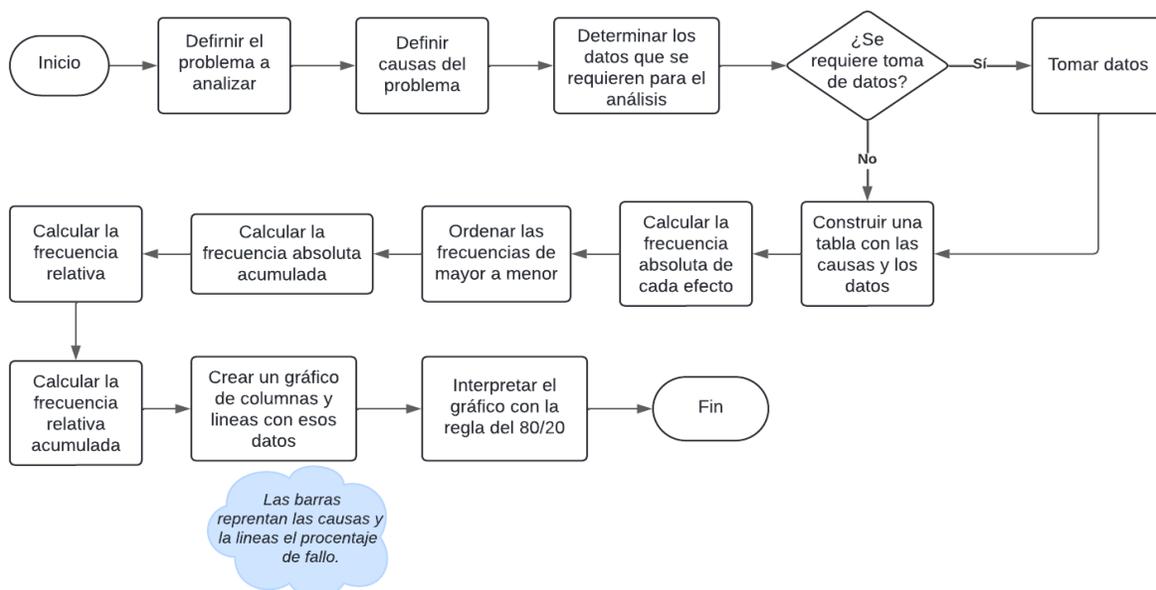
Figura 13
Escala de detección AMEF

Detección	Criterio: probabilidad de detección por control de procesos	Puntaje
Casi imposible: Sin oportunidad de detección	No hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla	10
Muy remota: es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control del proceso detecte o prevenga la causa potencial del modo de falla	9
Remota: detección de problemas después del procesos	Hay una probabilidad remota de que el control del proceso detecte o prevenga la causa potencial del modo de falla	8
Muy baja: Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy baja de que el control del proceso detecte o prevenga la causa potencial del modo de falla	7
Baja: detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad baja de que el control del proceso detecte o prevenga la causa potencial del modo de falla	6
Moderada: Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control del proceso detecte o prevenga la causa potencial del modo de falla	5
Altamente moderada: detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control del proceso detecte o prevenga la causa potencial del modo de falla	4
Moderada: Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control del proceso detecte o prevenga la causa potencial del modo de falla	3
Muy alta: detección de errores y/o prevención de problemas	Hay una probabilidad muy alta de que el control del proceso detecte o prevenga la causa potencial del modo de falla	2
Casi seguro: proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control del proceso detecte o prevenga la causa potencial del modo de falla	1

Nota. Fuente <https://bit.ly/3xef9Hw>, (Lean solutions, s.f.).

Con los puntajes del AMEF se realiza un diagrama de Pareto utilizando la metodología expuesta en la **Figura 14**.

Figura 14
Metodología para realizar un diagrama de Pareto



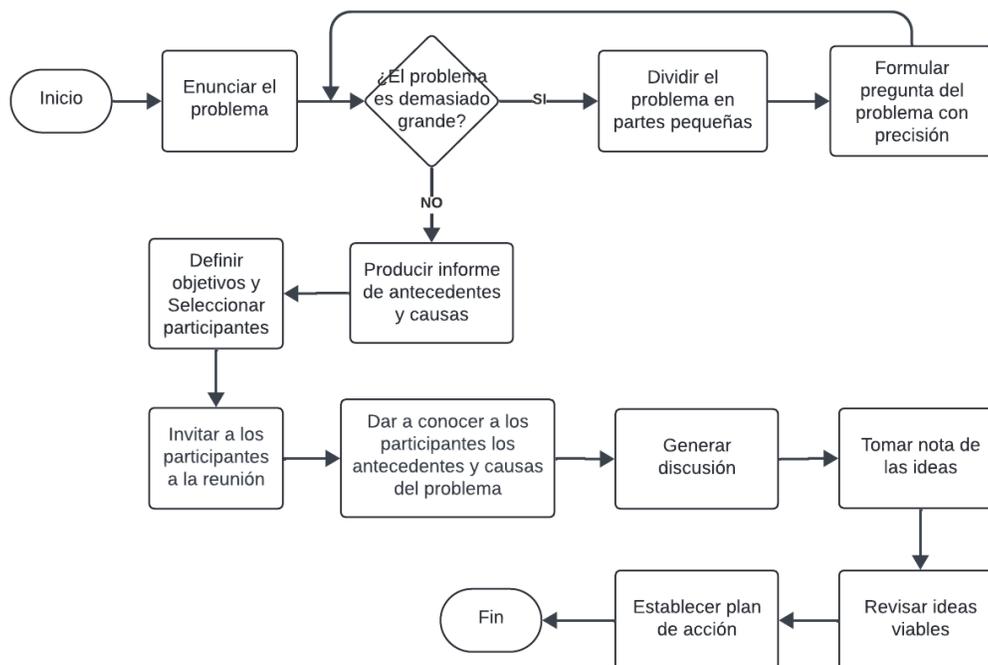
3.4 Mejora

Del análisis se obtienen las causas principales por las que se genera desperdicio de material corrugado en picking, así, por medio de un diagrama de Pareto donde se compara el RPN, la ocurrencia y la detección de cada causa se definen las causas con mayor prioridad.

Por medio de una lluvia de ideas (**Figura 15**) se proponen acciones correctivas para ayudar a evitar o prevenir las causas principales, por medio de estas se define un plan de acción para eliminar las causas principales.

Figura 15

Metodología para una sesión de lluvia de ideas

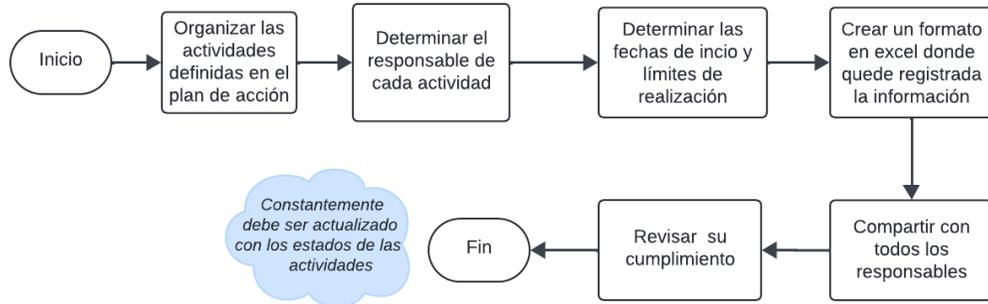


3.5 Control

Para establecer las acciones de mejora, se realiza un Visual Management (**Figura 16**) en donde se establecen las acciones, los responsables y la fecha límite para cumplir dichas actividades. Además, permite realizar un seguimiento del cumplimiento en la elaboración de las actividades.

Figura 16

Metodología para elaborar un Visual Management



4 Resultados

4.1 Generalidades de la empresa

La empresa Novaventa SAS es una compañía constituida en el año 2000 perteneciente al grupo Nutresa dedicada a la comercialización de productos de aseo, despensa, moda, belleza, electrodomésticos, etc. Sus principales medios de comercialización son venta directa (venta por catálogo), venta al paso (Máquinas expendedoras) y tienda virtual (E-commerce), (Nutresa, 2024).

Su centro de operaciones se encuentra ubicado a 2,5km de Rionegro en la vía hacia el Carmen de Viboral. En este lugar se realiza toda la operación para despachar los pedidos de todo tipo de clientes específicamente los Nova empresarios, (Díaz, 2022). Tiene 7 regionales alrededor del país para el modelo de negocio de venta al paso ubicadas en Medellín, Bogotá, Cali, Pereira, Barranquilla, Cartagena y Bucaramanga.

Como se menciona anteriormente uno de los principales medios de comercialización de Novaventa SAS es la venta por catálogo, estas revistas son enviadas a los clientes llamados Nova Empresarios, quienes son los encargados de realizar la venta de los productos a sus amigos, familiares, vecinos, etc. Con el fin de actualizar los catálogos con nuevas promociones y referencias para los clientes, Novaventa SAS realiza entre 18 y 19 campañas en el año.

4.1.1 Misión y visión Novaventa SAS

Novaventa SAS tiene como misión: “Somos una Compañía de Retail que desarrolla modelos de dispensación convenientes, pertinentes e innovadores al enfocarse en el entendimiento superior del consumidor y el conocimiento profundo de los mercados.”, (Novaventa, 2024).

Del mismo modo la empresa definió su visión en 2024 para 6 años de la siguiente forma: “En el 2030 seremos reconocidos como la Compañía líder de retail de comunidades, que contribuye a la MEGA del Grupo Nutresa aportando ingresos de más de \$5 billones.”, (Novaventa, 2024).

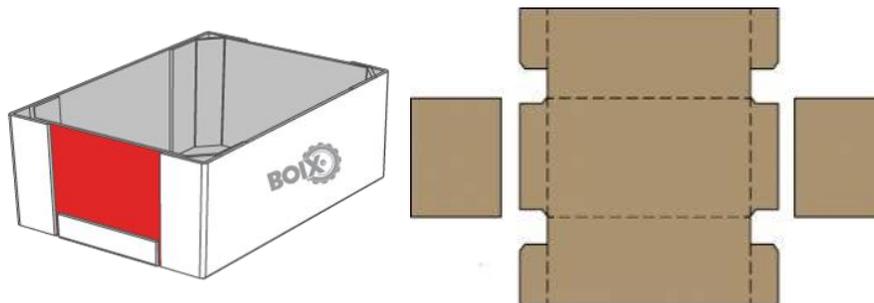
4.1.2 Proceso de picking

Para la realización de sus operaciones Novaventa SAS cuenta con varias áreas logísticas que se encargan del descargue, recibimiento y almacenamiento de mercancía, además de la realización del picking de los productos, un área de inspección para asegurar la calidad y finalmente el área de cargue y despacho de los pedidos.

En el centro de operaciones de Novaventa SAS ubicado en el Carmen de Viboral se despachan alrededor de 14.000 pedidos diarios. Durante el proceso de picking se requiere el uso de cajas de cartón para el empaquetado de estos pedidos, las cajas que se utilizan son tipo *bliss* o también llamadas cajas de 3 piezas (**Figura 17**) y se manejan de 5 tamaños (mismas dimensiones de largo y ancho, variando la altura), las cuales requieren tres componentes para su armado; cuerpo, laterales y tapa (**Figura 17**). Para iniciar el proceso de picking, se llevan los cuerpos y laterales de las cajas a las tres máquinas armadoras, estas máquinas se encargan de unir un cuerpo y dos laterales. Posteriormente las cajas son enviadas por conveyor (**Figura 18**) para dirigirse al área de picking donde se realiza el desvío de cada una de ellas a la línea correspondiente y se seleccionan y preparan los productos de cada pedido a despachar. Luego, pasan por un control de calidad y se sellan por medio de máquinas tapadoras. Durante este proceso existe un desperdicio de material corrugado que va desde el armado de la caja hasta el momento de ser despachadas.

Figura 17

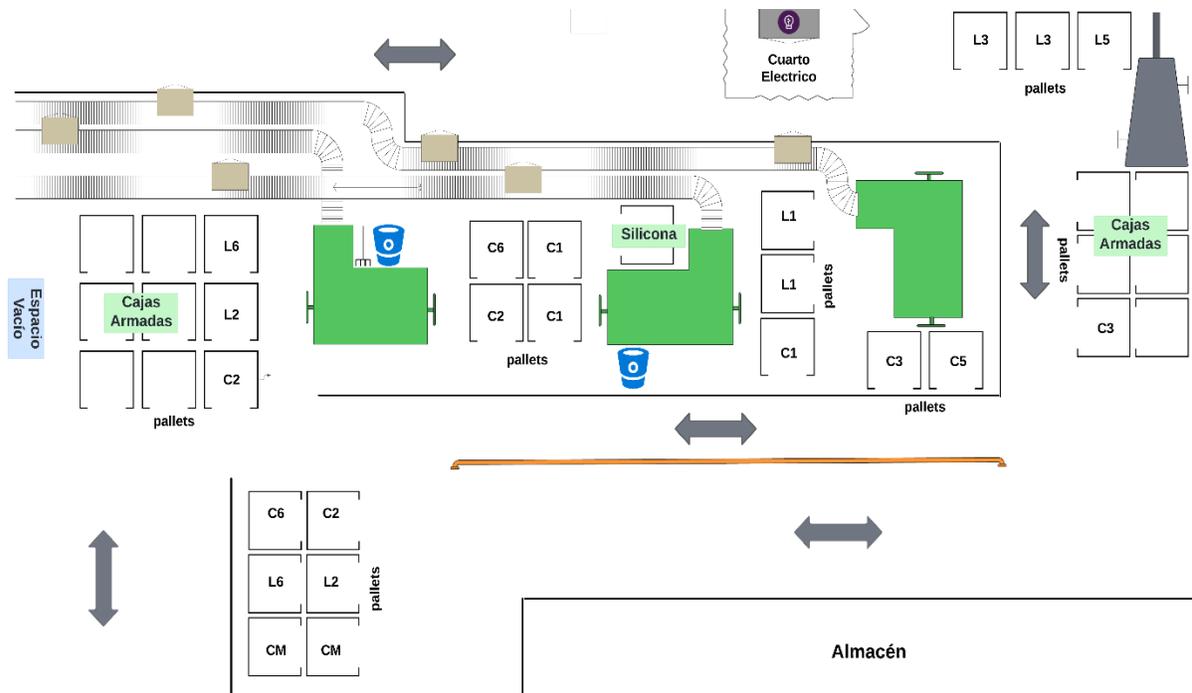
Caja tipo bliss y componentes



Nota. Fuente <https://boix.com/packaging/cajas/caja-bliss/>

Figura 18

Layout máquinas armadoras



Nota. C1, C2, C3, C5, C6 hacen referencia a los cuerpos. L1, L2, L3, L5, L6 hacen referencia a los laterales

4.2 Problema

En el proceso de corrugado del área de picking de la empresa Novaventa SAS se evidenció que existían muchas cajas de pedidos que se estaba desechando por diferentes razones, este proceso nunca se había medido, por lo tanto, no se tenía la certeza del impacto que este tiene en los costos de la empresa. Debido a cambios con los proveedores y aumento en el costo del corrugado se definió empezar a medir y analizar cuanto desperdicio estaba generando el corrugado usado para el empaquetado de los pedidos.

Como la empresa tiene un enfoque de mejora continua se estableció utilizar la metodología DMAIC ya que se tiene como objetivo la reducción de desperdicios y defectos. Además, esta metodología es usada para la gestión de proyectos, ya que se suele llevar a cabo de forma organizada permitiendo encontrar las mejoras necesarias para el problema.

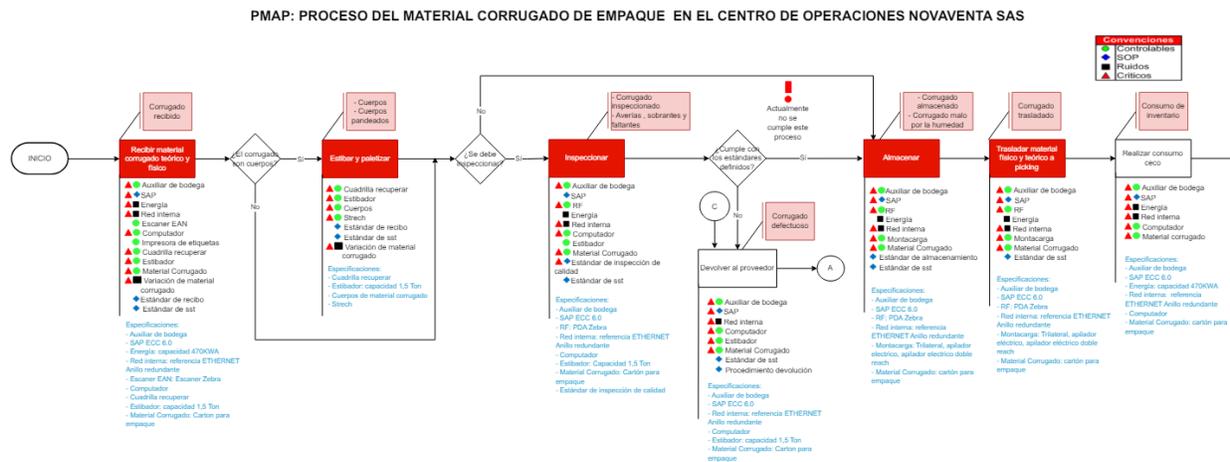
4.3 Implementación DMAIC

4.3.1 Definición

Durante la etapa de definición se realizó un recorrido por planta en donde se observó que en el transcurso del proceso existía un desperdicio de corrugado, para determinar exactamente en qué fases se producía este desperdicio se realizó un PMAP (Anexo 1) en donde se visualiza todo el movimiento que realiza el corrugado físico y teórico durante todo el proceso de picking de pedidos en el Centro de Operaciones de Novaventa SAS. Del mapa se obtuvo como resultado que de las 33 actividades por las que el cartón fluye dentro del proceso 17 generan desperdicio de material corrugado. En la **Figura 19** se puede visualizar el fragmento del movimiento que realiza el corrugado en el área de almacén para pasar a picking. En esta área se encontraron 5 actividades que generan desperdicio.

Figura 19

Fragmento del PMAP realizado para el movimiento de corrugado en el CO de Novaventa SAS



Durante la realización del diagrama se descubrió que gran parte del desperdicio en almacén se genera debido a que no se realiza la inspección del material corrugado al recibirse, Además, los cuerpos se envían desde proveedor en arrume negro, lo que implica que se deban estibar y paletizar y esto produce defectos en el material. En el proceso de picking las cajas armadas fluyen por todo el proceso atravesando varias etapas en donde se puede generar desperdicio, se determinaron factores que no se habían tenido en consideración al momento de realizar la observación como el packing de los productos y el freno de la línea. Gracias a la elaboración del PMAP se pudo

identificar todas las etapas del proceso en donde existe movimiento de corrugado y adicionalmente en cuál de ellas se genera desperdicio.

4.3.2 Medición

Para lograr determinar el nivel de desperdicio en términos de costos y unidades que se genera en el proceso de picking de la empresa Novaventa SAS, fue necesario determinar un indicador que determine el desperdicio generado y si las estrategias a implementar han representado una mejora significativa. El indicador propuesto se diseñó de la siguiente forma:

- Inicialmente, se decidió calcular el indicador restando las cantidades teóricas de material corrugado ingresado desde el almacén al área de picking, menos las cantidades teóricas despachadas. Sin embargo, al implementar esta metodología, surgieron numerosas inconsistencias en los valores obtenidos. Tras un análisis exhaustivo del proceso, se determinó que para lograr una mayor precisión era necesario considerar el material corrugado restante que se encontraba en picking al final de la campaña y que será utilizado en la campaña siguiente. Con base en esta revisión, se estableció que el indicador debe ser el resultado de la diferencia neta entre las entradas y salidas de material corrugado en el proceso de picking, incluyendo los inventarios remanentes de corrugado al finalizar cada campaña.
- Una de las entradas de material corrugado al área de picking se determina a través del sistema SAP, el cual genera un informe detallado del movimiento de corrugado desde el almacén hasta el área de picking. Este informe registra teóricamente todos los pallets de material corrugado que se transfieren físicamente del almacén al área de picking.
- La segunda entrada corresponde a todo el material corrugado remanente de la campaña anterior que no fue utilizado y que se encuentra en el área de picking. Esta entrada se determina mediante un inventario físico de corrugado, el cual consiste en un conteo que se realiza al finalizar cada campaña para establecer los valores del inventario tanto de la campaña anterior como de la campaña actual. Para este proceso, se han definido cuatro planillas (Anexo 2) que cubren las diferentes ubicaciones de picking, un instructivo detallado (Anexo 3) que describe el procedimiento de conteo, y un formato en Excel (Anexo

- 4) para registrar los resultados del inventario. Se capacitó al personal de los tres turnos encargados del conteo y se proporcionaron las instrucciones correspondientes a los coordinadores responsables.
- Una de las salidas del material corrugado son todas las cajas despachadas durante la campaña. Este dato se obtiene a partir de los indicadores de picking que se generan al finalizar una campaña. Es posible obtener esta información debido a que las etiquetas adheridas a las cajas, que identifican los pedidos, también incluyen detalles sobre el tipo de caja utilizada. Por lo tanto, al concluir el proceso de picking y antes de cargar las cajas en el vehículo de transporte, su salida se registra utilizando tecnología de radiofrecuencia (RF), lo que permite determinar el tipo de caja despachada.
 - La segunda salida del material corrugado es el material corrugado sobrante de la campaña evaluada, el cual se obtiene con la realización del conteo de corrugado, ya anteriormente explicado.
 - De esta forma, la fórmula definida para el cálculo del desperdicio es:

$$\text{Desperdicio de corrugado } C_{n-1} = (\text{Consumo de corrugado } C_{n-1} + \text{Inventario } C_{n-1}) - \text{Cajas despachadas } C_{n-1} - \text{Inventario } C_n$$

Donde **C** hace referencia a la campaña y **n** al número de campaña.

Entonces, por ejemplo, si fuésemos a calcular el desperdicio de la campaña 3, la formula sería la siguiente:

$$\text{Desperdicio de corrugado } C_3 = (\text{Consumo de corrugado } C_3 + \text{Inventario } C_3) - \text{Cajas despachadas } C_3 - \text{Inventario } C_4$$

En la realización de los inventarios de corrugado y el cálculo del desperdicio se obtuvieron varios hallazgos y novedades con el material, ya que en el resultado de algunos materiales se presentaban inconsistencias, como valores negativos. Por lo tanto, para determinar por qué sucedía esta novedad, se les preguntó a los colaboradores y se observó detalladamente otros procesos como fuera de caja para ver si se utilizaban también este tipo de cajas. Los hallazgos se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Novedades detectadas en la toma de inventario de corrugado

ITEM	Novedad
Caja n°1	Esta caja se usa en ocasiones para empacar ciertas referencias que no se pasan por las líneas de picking, por ello no se registra su salida y genera una novedad en las cajas despachadas, específicamente para esta referencia
Caja n°5	Uno de los turnos de picking no utiliza esta caja cuando corresponde, por lo tanto, se registra como si hubiese salido, pero realmente no salió, lo que genera un descuadre en el dato
Devoluciones	Cuando una estiba de corrugado no está en correctas condiciones no se realiza la devolución de inmediato, lo que ocasiona que haya un descuadre en los datos del consumo y del inventario realizado.

Por lo tanto, para realizar el cálculo del indicador de desperdicio para las campañas 4 y 5 por estas novedades no se tuvieron en cuenta en los resultados del indicador la caja No. 1 y No. 5 y para la campaña 6 y 7 la caja No. 5. Teniendo en cuenta estas observaciones se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 20

Porcentaje de desperdicio por campaña

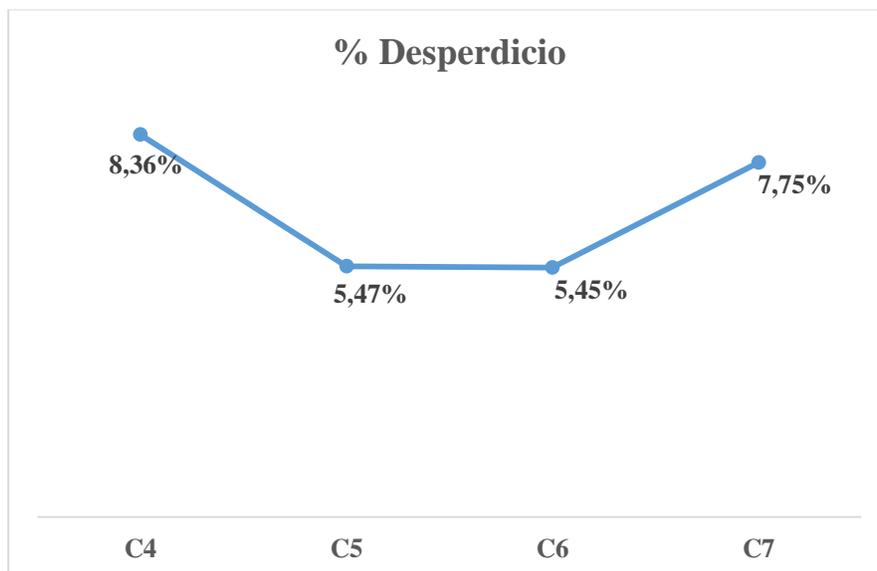
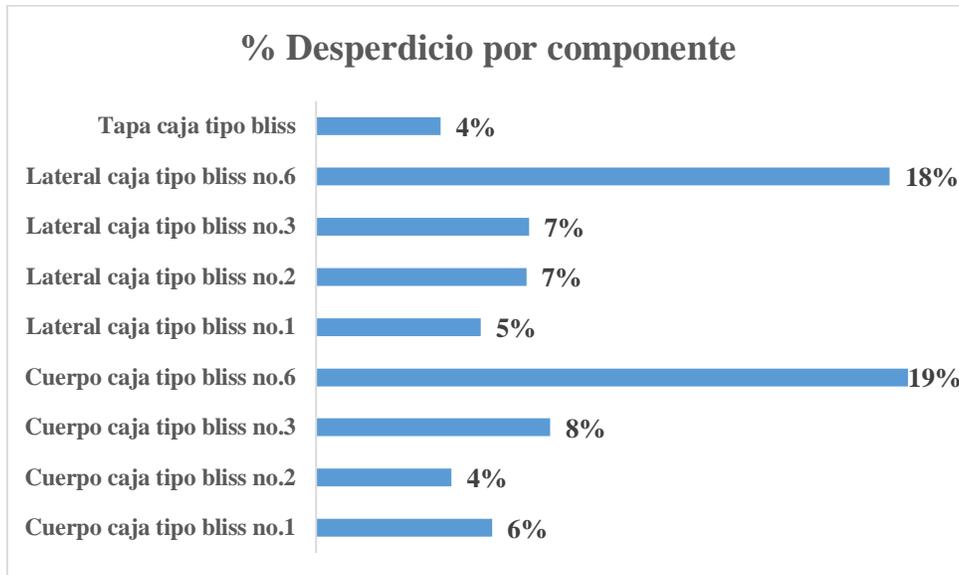


Figura 21

Porcentaje de desperdicio por componente de las campañas 4, 5, 6 y 7

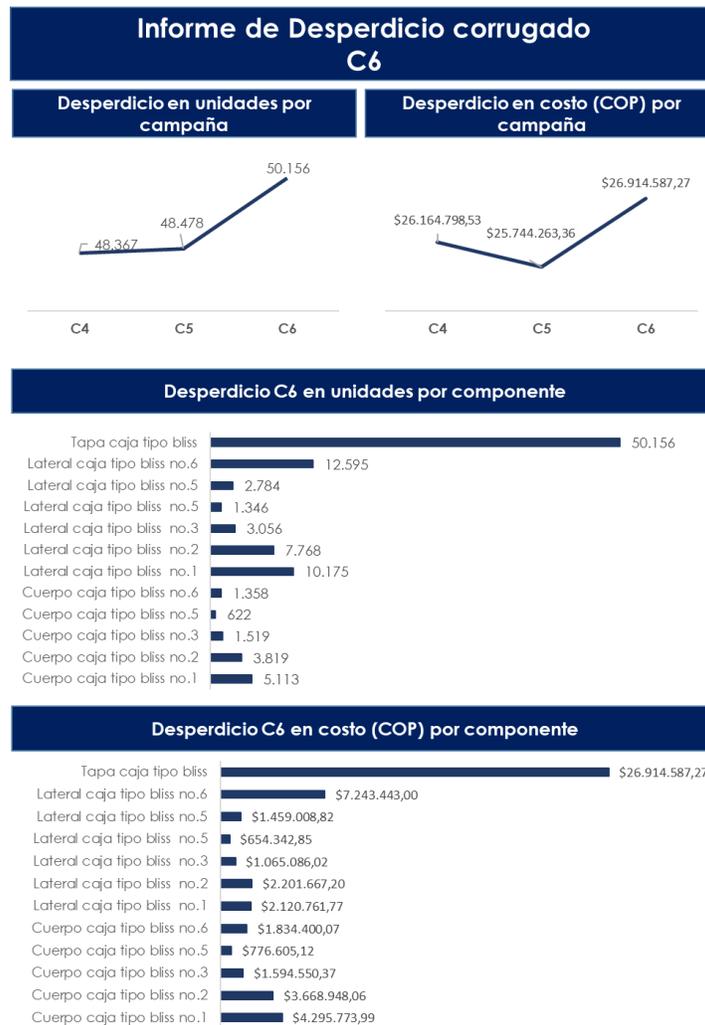


Según los datos obtenidos por el indicador se pudo establecer que, los dos componentes que representan el mayor porcentaje de desperdicio de corrugado son el cuerpo y lateral No. 6, siendo los valores dos veces mayores que el porcentaje promedio que representan los demás componentes. Además, con el indicador se determinó que por cada campaña se están desperdiciando en promedio \$33.764.362,34 COP en material corrugado. Lo que corresponde al 7% del costo total en material corrugado de las campañas evaluadas (C4, C5, C6 y C7). Con base a estos datos se estableció la meta de reducir el desperdicio en 20%.

Con base a estos datos se estableció un informe de desperdicio de corrugado que se enviará a los interesados cada cambio de campaña, para que se conozcan los resultados obtenidos por el indicador a medida que se vayan aplicando mejoras.

Figura 22

Informe de desperdicio de corrugado de la campaña 6



4.3.3 Análisis

De los resultados obtenidos con el diagrama PMAP, se analizaron a fondo las 17 etapas que generan desperdicio durante el proceso por medio de un AMEF (Anexo 5) para determinar cuáles eran las principales causas del desperdicio en cada una de ellas. Se obtuvieron 20 modos de falla, y se determinaron sus causas por medio de las 6M, de este análisis resultaron 71 causas probables. Para cada una de las causas se calculó el respectivo RPN. En la **Figura 23** se muestra la plantilla usada y un fragmento de las 3 primeras etapas del AMEF analizadas.

Figura 23

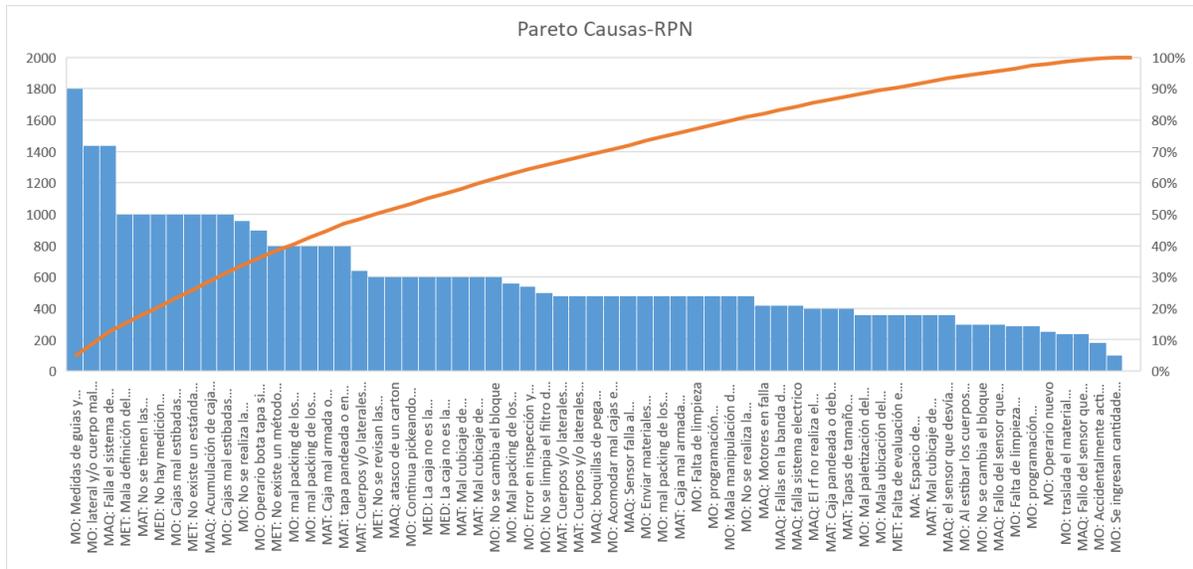
Fragmento del AMEF de las 3 primeras etapas del proceso de corrugado que generan desperdicio

Etapa / Entrada	Potencial modo de falla (salida no deseada)	Potenciales efectos fallo	VERIDAD (1-10)	Causas potenciales (asociados a modo de falla) 6M	URGENCIA (1-10)	Controlles actuales	ECCCIÓN (1-10)	RPN	Acción recomendada	Responsable	Fecha de implementación	VERIDAD (1-10)	URGENCIA (1-10)	ECCCIÓN (1-10)	P-RPN	
Recibir material teórico y físico	Se ingresa material teórico que no corresponde al físico	Desperdicio de corrugado	10	MET: No se revisan las cantidades físicas recibidas comparadas con las teóricas (HU)	10	Estándar de Inspección de material recibido	6	600	Definir un estándar específico para el proceso de recibo del corrugado, capacitar y evaluar al personal	Lider de recibo y Jefe de picking		10	8	4	320	
		Desajuste de inventario	6	MO: Se ingresan cantidades diferentes al sistema	5	Alertas del sistema SAP	2	100				10	5	2	100	
Estibar y paletizar	Cuerpos pandeados	Desperdicio de material corrugado	10	MO: Al estibar los cuerpos se pueden pandear por mal	5	Capacitación de la cuadrilla	6	300				10	5	6	300	
		en armado de cajas por la dedicación para corregir la novedad	6	MO: Mal paletización del material	6	Estándar de arrume	6	360					10	6	6	360
Inspeccionar Almacén	Corrugado sin cumplimiento de estándares en el	Desperdicio de material corrugado	10	MET: No existe un método definido sobre como arrumar y paletizar los cuerpos	8	ninguno	10	800	Definir estándar de arrume y paletizado de cuerpos. Capacitar y evaluar al personal	Lider de recibo y Jefe de picking		10	6	8	480	
		Reproceso: devolver el corrugado	6	MO: Error en inspección y pasa material sin estar en inspección	10	Estándar de inspección y supervisión	6	540	Definir un estándar de inspección específicamente para el corrugado que se	Coordinador de almacén y jefe de picking		10	4	7	280	
		Baja productividad en armado de cajas por la dedicación	6	MET: Mala definición del método de trabajo en inspección	10	Ninguno	10	1000	Definir un estándar de inspección específicamente para el corrugado que se	Coordinador de almacén y jefe de picking			10	8	8	640
			6	MAT: No se tienen las herramientas adecuadas	10	Ninguno	10	1000	Definir un estándar de inspección específicamente para el corrugado que se	Coordinador de almacén y jefe de picking			10	8	8	640
			10	MED: No hay medición establecida	10	Ninguno	10	1000	Definir un estándar de inspección específicamente para el corrugado que se	Coordinador de almacén y jefe de picking		10	8	8	640	

Con base a los resultados obtenidos del AMEF se realizó un diagrama de Pareto para determinar las causas con mayor impacto, como resultado se obtuvieron por medio de la regla del 80/20, 47 causas en una categoría tipo A como se muestra en la **Figura 24**.

Figura 24

Pareto Causas y RPN



Sin embargo, al ser una gran cantidad de causas se definió un criterio de priorización en donde se determinó que las causas cuyo RPN fuese igual o mayor a 500 se les realizaría un plan de acción de mejora para evaluar su impacto positivo en el nivel de desperdicio de corrugado. Adicional se realizaron 2 análisis más con diagrama de Pareto teniendo en cuenta el nivel de ocurrencia y de detección. Con base a esto, se obtuvo un resultado de 23 causas prioritarias, las cuales, coinciden con las causas que tienen mayor nivel de RPN, mayor nivel de ocurrencia y menor nivel de detección.

4.3.3.1 Lista de causas prioritarias para la generación de desperdicio

4.3.3.1.1 Causas de la etapa inspeccionar almacén: Corrugado sin cumplimiento de estándares en el proceso de picking

- **Mala definición del método de trabajo en inspección:** Existe un estándar de inspección para el material recibido en el CO que no se está cumpliendo para el material corrugado, además no existe un método específico definido para la inspección de este, por lo tanto, es

muy probable que se acepte corrugado sin estar en condiciones adecuadas para trabajarse en Picking, lo que posteriormente generará un desperdicio.

- **No se tienen las herramientas adecuadas:** El corrugado pasa a ser inspeccionado, sin embargo, al no tener las herramientas adecuadas y desconocer las variables que se deben cumplir, el auxiliar de almacén envía el corrugado a almacenar sin estar en correctas condiciones para ser utilizado.
- **No hay medición establecida:** Se desconocen las variables que influyen en la calidad y aceptación del corrugado.
- **Error en inspección y pasa material sin estar en correctas condiciones:** El corrugado pasa a ser inspeccionado, sin embargo, el auxiliar de almacén envía el corrugado a almacenar sin estar en correctas condiciones para ser utilizado.

4.3.3.1.2 Causas de la etapa estibar caja: Caja deformada

- **Cajas mal estibadas en la zona de las máquinas armadoras:** En las máquinas armadoras se da la situación de que se producen cajas de varios tipos que no se requieren en el momento, por lo tanto, se deben estibar ya armadas en el área. La manipulación y forma de estibarlas influye en que las cajas se deformen y dañen.

4.3.3.1.3 Causas de la etapa desviar la caja a zona de pega de rótulos: Caja deformada

- **No existe un estándar de mantenimiento del sensor en el empujador:** Para desviar las cajas a las líneas se encuentran unos brazos metálicos ubicados en los conveyer, que por medio de un sensor identifican si hay cajas o no para desviar. Existe un mantenimiento que se realiza únicamente a los conveyer, pero para los sensores y brazos no están definidos.

4.3.3.1.4 Causas de la etapa frenar caja en el punto de atención requerido: Caja deformada

- **Acumulación de cajas que se aplastan:** En las líneas de picking se utiliza un freno para detener las cajas en el punto de atención donde se encuentran los productos a pickear, suele

sucedan que al haber muchos pedidos en la línea y esta se detiene o se activa el freno por un tiempo largo, se acumulan las cajas y por el movimiento del conveyor se aplastan entre sí, generando desperdicio.

- **Continua pickeando cuando la bahía de adelante esta muy llena:** Esta causa hace referencia a que, si una bahía se encuentra muy llena y la anterior sigue pickeando, las cajas se van a acumular, y esto generará desperdicio

4.3.3.1.5 Causas de la etapa ubicar caja en espacio disponible en inspección de picking:

Caja deformada

- **Cajas mal estibadas:** Al terminar el picking en las líneas, los pedidos pasan por una báscula que define si se debe realizar la inspección del pedido, Los pedidos que se deben corregir, se empiezan a acumular, y las operarias deben ubicar las cajas en los espacios disponibles. el peso de ellas y la mal acomodación generan que estas se dañen.

4.3.3.1.6 Causas de la etapa pegar o cambiar caja de forma manual: Tapa dañada

- **Operario bota tapa si tiene más de 3 aletas despegadas:** Cuando las cajas de los pedidos llegan con 3 aletas despegadas a la zona de pega manual, el operario quita la tapa completa de la caja ya que le resulta difícil sostenerla para que pegue toda la tapa, por lo tanto, decide desperdiciarla.

4.3.3.1.7 Causas de la etapa estibar y paletizar cuerpos: Cuerpos pandeados

- **No existe un método definido sobre como arrumar y paletizar los cuerpos al descargarlos:** Al descargar los cuerpos en recibo, debido a que estos llegan en arrume negro se produce que por el mal arrume de estos en la estiba o la mal paletización, se deforman.

4.3.3.1.8 Causas de la etapa Ingresar los productos del pedido a la caja en el punto de atención: Caja pandeada

- **Mal packing de los productos en las líneas e inspección:** Al ser gran variedad de productos se debe realizar un packing en la caja que sea el adecuado para que no se comprometa la calidad del producto y la caja, pero esto no se cumple.
- **La caja no es la adecuada para empacar el pedido en las líneas e inspección:** En ocasiones el sistema falla al cubicar los productos dentro de las cajas, por lo tanto, se cree que el pedido se puede empacar sin problema en la caja, pero en realidad no es posible.

4.3.3.1.9 Causas de la etapa tapar caja: Tapas y cajas dañadas

- **Mal packing de los productos:** Cuando se realiza un mal packing de los productos en la caja y este llega hasta la etapa de tapar caja, puede ocurrir que la máquina tapadora dañe la tapa o la caja al momento de sellar la caja.
- **Caja mal armada o defectuosa:** Cuando no se identifica y se cambia la caja que está mal armada antes de que la caja llegue a ser tapada, la máquina tapadora falla ya que, al momento de tapar, la tapa no se va a ajustar bien a la caja por los defectos.
- **Tapa pandeada o en mal estado:** Si la tapa al momento de tapar la caja del pedido se encuentra pandeada o en mal estado, la máquina dañará la tapa y en ocasiones la caja a tapar también.
- **Mal cubicaje de productos en la caja:** Si la caja con mal cubicaje llega hasta la etapa de tapar caja, puede ocurrir que la máquina tapadora dañe la tapa o la caja al momento de sellar la caja.

4.3.3.1.10 Causas de la etapa recibir material teórico y físico: Se ingresa material teórico que no corresponde al físico

- **No se revisan las cantidades físicas recibidas comparadas con las teóricas:** En el momento de recibir el material corrugado, no se está realizando de forma correcta la inspección, lo que puede ocasionar un descuadre teórico de corrugado que se verá reflejado como desperdicio posteriormente en el indicador de picking.

4.3.3.1.11 Armar cajas: Caja rasgada, con lateral alto o lateral despegado

- **Cuerpos y/o laterales pandeados:** Si los cuerpos y/o laterales al momento de armar la caja del pedido se encuentran pandeados o en mal estado, la maquina armadora dañará los cuerpos y laterales usados para armar la caja
- **Medidas de guías y topes incorrectos:** En las máquinas armadoras al momento de cambiar el tamaño de la caja a armar, se deben ajustar las medidas de las guías y de los topes para proceder con el armado, si estas están incorrectas la máquina dañará el material utilizado
- **Atasco de un cartón:** En ocasiones las máquinas armadoras pueden presentar atascos de cartón de material que ya se pudo haber dañado, lo que va a generar más material corrugado dañado
- **Medidas de guías y topes incorrectos:** En las máquinas armadoras al momento de cambiar el tamaño de la caja a armar, se deben ajustar las medidas de las guías y de los topes para proceder con el armado, si estas están incorrectas la máquina dañará el material utilizado
- **No se limpia el filtro de vacío:** En la máquina armadora hay un filtro de vacío el cual es el encargado de por medio de un sistema de succión agarrar los materiales para armarlos, si este filtro no se limpia se puede dañar

4.3.4 Mejora

Con base al análisis realizado para las 23 causas prioritarias, se realizó una lluvia de ideas (Anexo 6) para determinar posibles acciones de mejora, que permitieran mitigar o eliminar las causas por las que se está generando mayor desperdicio en el área de picking de Novaventa SAS.

Como se puede observar en el punto anterior de análisis, existen causas que pueden ser solucionadas por la misma acción, así que, sintetizando las causas y las acciones se obtuvieron en total 15 acciones de mejora.

4.3.4.1 Cuerpos, laterales y tapas pandeados, con medidas incorrectas y/o defectuosos

- Definir un estándar de inspección específicamente para el corrugado que se recibe.

- Capacitar y evaluar al personal y brindarle las herramientas adecuadas para realizar la correcta medición.
- Establecer alianza con el proveedor donde este asegure la calidad del material y determinar las especificaciones para cada tipo de material.
- Verificar si es posible una certificación del material por parte del proveedor o realizar mediciones in house.
- Implementar un sistema pokayoke para evitar que se ingresen a las máquinas material corrugado pandeado.

4.3.4.2 Cajas mal estibadas en la zona de armadoras

- Realizar un SMED o diagrama hombre máquina para determinar cuánto se demoran los operarios realizando un cambio de tamaño.
- Determinar la capacidad de las líneas vacías para saber si es realmente necesario estibar cajas. En caso de ser necesario, definir un estándar de estibado de las cajas para evitar las cajas dañadas.

4.3.4.3 No existe un estándar de mantenimiento del sensor en el empujador

- Definir un estándar de mantenimiento del empujador y sensor e incluirlo en el plan de mantenimiento de los conveyer.

4.3.4.4 Acumulación de cajas que se aplastan en las líneas de picking

- Validar velocidad y programación de los conveyer con mantenimiento para determinar si disminuyendo su velocidad las cajas evitan acumularse.
- Dialogar con el proveedor de la maquinaria para definir acciones que no resulten muy costosas.

4.3.4.5 Cajas mal acomodadas en la zona de inspección

- En la zona de inspección delimitar los espacios para ubicar las cajas por tamaño

- Capacitar y evaluar al personal para que sepan ubicarlas de la mejor manera, evaluando también su peso.
- Reducir la cantidad de pedidos que ingresan por aleatorio para no acumularlas en el área de inspección.

4.3.4.6 Operario bota tapa si tiene más de 3 aletas despegadas

- Capacitar y evaluar al operario de la pega manual.

4.3.4.7 No existe un método definido sobre como arrumar y paletizar los cuerpos al descargarlos

- Definir estándar de arrume y paletizado de cuerpos.
- Capacitar y evaluar al personal.

4.3.4.8 Mal packing

- Capacitar y evaluar al personal sobre la importancia del buen packing y como realizarlo.
- Realizar una lección de un punto (LUP) para cada punto de atención con el fin de recordarle al personal la importancia del packing.
- Realizar auditorías de packing para evaluar el cumplimiento.
- Revisar el estándar de packing actual y modificarlo de ser necesario.

4.3.4.9 Caja mal armada o defectuosa

- Revisión de estándares de las máquinas armadoras para definir las variables que afectan.
- Consideraciones de la operación para garantizar que la caja salga en correctas condiciones (Temperatura, tiempo de secado, presión, mantenimiento, tipo de adhesivo)
- Verificar si las condiciones de la máquina son óptimas para trabajar, hacer seguimiento por cada máquina y después realizar un ANOVA.

4.3.4.10 No se revisan las cantidades físicas recibidas comparadas con las teóricas

- Definir un estándar específico para el proceso de recibo del corrugado
- Capacitar y evaluar al personal

4.3.4.11 Medidas de guías y topes de las máquinas armadoras

- Definir medidas estándar de las guías y topes para cada tipo de caja.
- Capacitar y evaluar al personal
- Señalizar las medidas de guías y topes
- Crear lección de un punto de la manera adecuada para configurar la máquina

4.3.4.12 Atasco de un cartón

- Redefinir y asegurar frecuencia con que se debe realizar la limpieza de las armadoras

4.3.4.13 Continua pickeando cuando la bahía de adelante esta muy llena

- Recapacitar y evaluar al personal de picking

4.3.4.14 Mal cubicaje de la caja para el pedido

- Evaluar los casos con novedad en cubicaje de la caja para que se realice un ajuste reportando al analista.

4.3.4.15 No se limpia el filtro de vacío

- Definir una auditoria periódica de mantenimiento para asegurar la limpieza.
- Recapacitar y evaluar al personal

4.3.5 Control

Por temas de tiempo de la etapa práctica no es posible la evaluación de los resultados de la implementación de las acciones propuestas, por lo tanto, se define un plan estratégico de acciones

de mejora por medio de la herramienta Visual Management (Anexo 7), en donde, se determina para cada acción propuesta un responsable y una fecha de entrega, en donde podrán tener el control de los avances en el plan y por medio del indicador determinar si las mejoras establecidas han dado resultados satisfactorios. En la **Figura 25** podemos observar un fragmento del Visual Management realizado.

Figura 25

Fragmento y estructura del Visual Management de desperdicio de material corrugado en Novaventa SAS

VISUAL MANAGEMENT PLAN ESTRATÉGICO DE ACCIÓN DESPERDICIO DE CORRUGADO							Estado por Acción					Estado Final
Oportunidad	Acciones	Responsable	Jefe	Fecha Inicio	Fecha Finaliza	Fecha Revisi	Retraso > 10%	Retraso < 10%	A tiempo	Concluidas	Para empezar	
Cuerpos, laterales y tapas pandeados, con medidas incorrectas y/o defectuosos	Definir un estándar de inspección específicamente para el corrugado que se recibe con proveedor.	Jefe de picking	Director logístico	22-may	30-jun							
Cuerpos, laterales y tapas pandeados, con medidas incorrectas y/o defectuosos	Certificación del material por parte del proveedor y realizar mediciones in house.	Jefe de picking	Director logístico	22-may	30-jun							
Cuerpos, laterales y tapas pandeados, con medidas incorrectas y/o defectuosos	Establecer alianza con el proveedor donde este asegure la calidad del material corrugado y determinar las especificaciones para cada tipo de material.	Jefe de picking	Director logístico	22-may	30-jun							
Cuerpos, laterales y tapas pandeados, con medidas incorrectas y/o defectuosos	Implementar un sistema pokayoke para evitar que se ingresen a las máquinas material corrugado pandeado	Coordinador de picking	Jefe de picking	30-jun	31-jul							
Cajas mal estibadas en la zona de amadoras	Determinar la capacidad de las áreas vacías para saber si es realmente necesario estibar cajas. En caso de ser necesario, definir un estándar de estibado de las cajas para evitar las cajas dañadas.	Coordinadores de picking	Jefe de picking	31-may	15-jun							
No existe un estándar de mantenimiento del sensor en el empujador	Definir un estándar de mantenimiento del empujador y sensor e incluirlo en el plan de mantenimiento de los conveyores.	Coordinador de ingeniería	Jefe de ingeniería y calidad	27-may	7-jun							
Acumulación de cajas que se aplastan en las líneas de picking	Validar velocidad y programación de los conveyores de picking con mantenimiento para determinar si disminuyendo su velocidad las cajas evitan acumularse.	Coordinador de ingeniería	Jefe de ingeniería y calidad	27-may	7-jun							
Cajas mal acomodadas en la zona de inspección	En la zona de inspección aumentar los espacios para ubicar las cajas por tamaño.	Coordinadores de picking	Jefe de picking	4-jun	7-jun							
Cajas mal acomodadas en la zona de inspección	Capacitar y evaluar al personal para que sepan ubicarlas de la mejor manera, evaluando también su peso.	Coordinadores de picking	Jefe de picking	4-jun	7-jun							
Cajas mal acomodadas en la zona de inspección	Reducir la cantidad de pedidos que ingresan por aleatorio para no acumularlas en el área de inspección.	Analista de picking	Jefe de picking	27-may	5-jun							
Operario bota tapa si tiene más de 3 aletas despegadas	Capacitar y evaluar al operario de la pega manual.	Coordinadores de picking	Jefe de picking	24-may	28-jun							

5 Análisis

Dentro del proceso de picking en el centro de operaciones de Novaventa SAS se determinaron todas las etapas (33 en total) que involucran el material corrugado utilizado para el empaque de los pedidos de los Nova empresarios y se identificó que está siendo desperdiciado en 17 etapas del proceso. En los datos recogidos durante la etapa práctica de las campañas 4, 5, 6 y 7 se reconocieron las variables que se debían tener en cuenta para calcular el desperdicio logrando diseñar una fórmula cuyo resultado fuese el desperdicio total de corrugado por campaña y componente. Adicionalmente se obtuvieron varios hallazgos respecto a la manipulación del corrugado que afectaba el indicador.

De este cálculo se identifica que, para las cuatro campañas evaluadas, los materiales con mayor desperdicio son los cuerpos y los laterales de la caja tipo 6, esto puede ocasionarse debido a las novedades presentadas por la caja tipo 5. A medida que han pasado las campañas también se observa que el desperdicio en tapas ha aumentado pasando de \$2.444.845 COP en campaña 4 a \$10.686.347 COP en campaña 7. Gracias a los datos obtenidos de desperdicio se pudo identificar que el nivel de desperdicio de material corrugado de estas 4 campañas respecto al costo total empleado para el material de empaque es del 7%.

Ahora bien, respecto a las situaciones o actividades que definidas en el PMAP generan este desperdicio, se establecieron que existían 71 causas, de las cuales 27 se definieron como los pocos vitales. Es decir, la solución de estas 27 causas podría incurrir en la reducción o eliminación de las demás, por lo tanto, se estableció con el equipo por medio de una lluvia de ideas diferentes acciones de mejora o análisis. Se sintetizaron las causas para obtener en total 15 causas con 30 acciones de mejora relacionadas.

Para definir el plan estratégico de mejora junto con los responsables, las fechas límites de realización de las acciones determinadas y adicionalmente llevar un control en términos del cumplimiento de las actividades propuestas se define un Visual Management. El cual posteriormente se espera que al cumplir estas actividades se registre allí y se evalúen los resultados

ya sea con una medición específica o por medio del indicador de desperdicio que se debe realizar en la empresa cada campaña y enviar el informe de desperdicio de corrugado.

6 Conclusiones

Durante el desarrollo del proyecto, la observación del proceso y el conocimiento que tienen los colaboradores de este es fundamental para determinar si puede existir o no una oportunidad de mejora. En este caso, la necesidad de medir si se estaba dando desperdicio de material corrugado se dio gracias a la observación sistemática del proceso. De esta forma se estableció el proyecto de desperdicio de corrugado y el alcance de este.

Para realizar una buena definición del problema fue ideal conocer cada una de las etapas del proceso a fondo que implican el movimiento físico y teórico del corrugado, esto se pudo realizar por medio de un diagrama de procesos. En este caso por ser un proyecto dirigido al desperdicio del material corrugado, este desperdicio puede estar relacionado con la calidad del mismo, por lo tanto, se realizó un PMAP (Mapa de proceso detallado), este ayudó a identificar claramente en que etapas del proceso se puede estar produciendo desperdicio, ya que se identifican todas las salidas, adicionalmente se conoce cuáles son las variables de entrada que influyen en cada etapa dando un indicio sobre cuál puede ser la causa del desperdicio ocasionado.

Para tener una visión clara de la actualidad en el proceso y poder establecer una meta, fue necesario establecer un indicador, que nos muestra el nivel de desperdicio con datos reales y cual es realmente el impacto monetario y la prioridad del proyecto en cuanto al desperdicio que se está ocasionando. Así, se puede definir cuanto se espera reducir el desperdicio con las acciones de mejora propuestas y como medir la implementación de estas para saber si se obtienen buenos resultados.

Existen muchas herramientas en la actualidad que permiten realizar un diagnóstico de un problema y conocer sus causas. La herramienta AMEF fue muy útil para analizar a fondo todas las etapas y así identificar claramente por cada modo de falla cuales eran las causas desde mano de obra, material, maquinaria, métodos, mediciones y medio ambiente. Con los resultados obtenidos del AMEF se pudo calcular el RPN de cada situación y de esta forma determinar cuáles eran esas causas prioritarias que se deben atender. Además, otra herramienta que permitió realizar un análisis

preciso acerca de las causas que son los pocos vitales del desperdicio de corrugado fue el diagrama de Pareto, el cual permitió sintetizar las causas y realizar una priorización más precisa.

Diseñar planes de acción es una de las fases más importantes en los proyectos, para realizarlo todo el equipo debería tener claro en que consiste el proceso, cual es el problema a analizar y las causas que lo ocasionan. Una lluvia de ideas entre los miembros del equipo y generar discusión es muy útil para establecer acciones de mejora para cada actividad, ya que se tienen en cuenta todas las percepciones desde diferentes áreas. Para presentar un plan de acción, este debe ser claro y preciso estableciendo metas, responsables y fechas límites.

A pesar de que por temas de tiempo no se pudo observar y medir la implementación del plan de mejora, realizar el análisis del proceso, establecer el nivel de desperdicio y determinar acciones de mejora ayudó a la empresa a tener claro que el desperdicio que se genera de este material está generando un impacto alto en términos de costos, por lo tanto, se decidió darle mucha más importancia a este proyecto de lo que se esperaba. Se espera que la empresa continúe con la implementación y medición del plan estratégico de mejora propuesto para lograr la reducción del desperdicio de material corrugado en al menos un 20%.

Referencias

- Abril, M. (2023). Visual Management Más importante que el CÓMO, es el QUÉ. *Asenta Management Consultants*. <https://bit.ly/3KsVVAX>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2010). *Guía Metodológica para la Elaboración de Planes de Acción*. <https://bit.ly/45cuhBK>
- Álvarez, J. M. P. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. AENOR Ediciones. <https://bit.ly/3x3mAkO>
- Lean Solutions*. (s.f.). *AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla*. Leansolutions.co. Recuperado el 27 de mayo de 2024, de <https://bit.ly/3xef9Hw>
- Angulo, G. M. G., & Tapia, A. B. S. (2022). *Reducción de desperdicios en el área de sellado de una empresa de productos plásticos*.
- Bonalde, C. U. (s.f.). *FLUJOGRAMA PARA EL DESARROLLO DE AMEF*. Academia.edu. Recuperado el 16 de mayo de 2024, de <https://bit.ly/4bRcnHC>
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). *Control Estadístico de Procesos*.
- Castañeda, M. P., & Salazar, L. P. L. (2018). DMAIC como estrategia para control de dureza en la fabricación de galletas. *Reaxxon: Ciencia y Tecnología Universitaria*.
- Correa, F. G. (2007). MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING). PRINCIPALES HERRAMIENTAS. *Revista Panorama Administrativo*, 1(2), 85–112.
- Delgado, B., & Dominique, D. (2021). *El Diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años. The Ishikawa Diagram as a quality tool in education. a review of the last 7 years: literature review*. Tambara.org. <https://bit.ly/4bLCI9V>
- Delgado, C. (2021). Estrategias didácticas para fortalecer el pensamiento creativo en el aula. Un estudio meta-analítico. *Revista Innova Educación*, 4(1), 51–64. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2022.01.004.es>
- Díaz, E. M. V. (2022). *Propuesta de acciones de mejora para el proceso de Lista Surtido del área de almacén de la empresa Novaventa mediante la aplicación de herramientas estadísticas como*

diagramas de dispersión e histogramas para la mejora continua [Universidad del Magdalena].
<https://bit.ly/3X4tukw>

Elandt-Johnson, R. C. (1997). La definición de tasas: Algunas precisiones acerca de su correcta e incorrecta utilización. *Salud pública de México*, 39(5), 474–479. <https://doi.org/10.1590/s0036-36341997000500011>

Escobedo, E., & Socconini, L. (2021). *Lean Six Sigma Green Belt, paso a paso*. Marge Books.

Gallach, F. S., Soler, V. G., Molina, A. I. P., & Perez-Bernabeu, E. (2020). DIAGRAMA DE PARETO Y LEAN MANUFACTURING. *Cuadernos de Investigación Aplicada 2020*, 19–32.

González, M. del C. (2008). *Tormenta de ideas: ¡Qué tontería más genial!*

González, S. M., de León, C. V. C., Espinoza, I. M., & Gracida, E. B. G. (2020). Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. *Revista Venezolana de Gerencia*, 1863–1883.

Gutiérrez, V. (2008). Plan de acción. *España: Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/6490905/Plan-de-Accion#scribd>*.

Huamán, J. J. P. (2022). *Diseño y aplicación de slotting para mejorar la productividad de picking en un operador logístico dentro de un centro de distribución*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Izar, J. M. (2018). *Calidad y Mejora Continua*. LID Editorial.

Lang, B. S. (Ed.). (2023). *Reducir el Desperdicio Alimentario en Mercavalencia: indicadores para formular una estrategia*. <https://bit.ly/3V60Vk9>

Leal Solano, A. (1987). *El diagrama de Pareto*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12749/15243>.

Lean Sigma Solutions. (2017). *Mapa de proceso detallado*.

Lee, Q., & Snyder, B. (2017). *The strategos guide to value stream and process mapping*. Enna.

García Martínez, E. M. (2023). Aplicación del diagrama de Pareto para la priorización de problemas en la industria agroalimentaria.

Mauleon Torres, M. (2006). *Logística y costos*. Díaz de Santos.

Mejía, V. H. G. (2018). *Modelo para medir la eficacia del sistema de gestión de calidad basado en la matriz de priorización en una empresa de metal mecánica Muebles Continental*. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Montalban-Loyola Edith, Arenas-Bernal Erika Josefina, Talavera-Ruz Marianela, Magaña-Iglesias Rocío Edith. (2015). Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, 2(5), 230–240.

Mozo, J. M. F. (2019). *Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)*. Universidad Privada del Norte.

Municipio El Espinal. (2006). *PLAN DE ACCION 2.006 “Proyecto de vida con calidad humana”*. <https://bit.ly/45eibZc>

Navarrete, J. C. M. (2019). *Manual de mejoramiento para el área de producción en la fábrica metalmecánica Tabacundo (fmt) del GAD PP*. Instituto Superior Tecnológico “Honorable consejo provincial de Pichincha”.

Novaventa. (2022, julio 18). Nutresa. <https://gruponutresa.com/negocios/novaventa/>

Novaventa. (2024). Acovedi. <https://acovedi.org.co/companies/novaventa/>

Operacional, N. E. (s.f.). *Paso a paso: Implementación de las herramientas del MdeO P-MAP*.

Orozco, V. D., & Jaramillo, V. M. (2013). *Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt Purepak de 210 g en la maquina Nimco en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología seis sigma*. Universidad de la Costa, CUC.

Robles, J. N. (2017). *Material de apoyo para la implementación del modelo de seguridad del paciente del CSG*. <https://bit.ly/3X7L5YI>

Ruiz-Falcó Rojas, A. (2006). *CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS*.

Salgueiro, A. (2005). *Indicadores de gestión y Cuadro de Mando*. Díaz de Santos.

Sánchez, J. A., & Zapata, C. M. (2021). *Importancia de la Integración de las Metodologías TPM y Lean Six Sigma en la Mejora Continua de los Procesos de las PYMES Procesadoras de Café*.

Sánchez Suárez, Y., Pérez Castañeira, J. A., Sangroni Laguardia, N., Cruz Blanco, C., & Medina Nogueira, Y. E. (2021). Retos actuales de la logística y la cadena de suministro. *Ingeniería industrial*, 42(1), 169–184.

Serrano, L. (2009). *Tendencias actuales de la investigación en educación estocástica*.

Socconini, L. (2021). *Lean Six Sigma Black Belt. Manual de certificación*. Marge Books.

Socconini, L. V. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a paso*. Marge Books.

Stsepanets, A. (2022, junio 20). *Cómo hacer un plan de acción para lograr grandes resultados en el proyecto y para la empresa*. GanttPRO Project Management Blog. <https://blog.ganttpro.com/es/plan-de-accion/>

Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *ciencia y sociedad*, 36(2), 276–310.

Terán, E. M. G. (2014). *Manual de procedimientos del departamento de compras de Roche Ecuador s.a.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Valle, O., & Rivera, O. (2008). Monitoreo e indicadores. *IDIE Guatemala. Educación Inicial y Derechos de la Infancia*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Vergara, M. E. V. (2017). Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(3), 247–252. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202017000300038&script=sci_arttext&tlng=en

VibeThemes. (2020, junio 16). *Que es un Proceso Industrial*. EDUCATIA. <https://educatia.com.co/unit/que-es-un-proceso-industrial/>

Anexos

Anexo 1. Mapa de proceso detallado PMAP del movimiento teórico y físico del material corrugado utilizado para el proceso de picking en Novaventa SAS.

[Visualizar Anexo 1](#)

Anexo 2. Planillas para la toma de inventario de corrugado de picking en Novaventa SAS.

[Visualizar Anexo 2](#)

Anexo 3. Instructivo para la correcta realización del conteo de corrugado en Novaventa SAS.

[Visualizar Anexo 3](#)

Anexo 4. Formato de Excel para el registro del inventario de corrugado en Novaventa SAS.

[Visualizar Anexo 4](#)

Anexo 5. Análisis de modos de falla AMEF del desperdicio de corrugado en Novaventa SAS.

[Visualizar Anexo 5](#)

Anexo 6. Lluvia de ideas realizada para determinar las acciones de mejora a implementar para reducir el desperdicio de corrugado en Novaventa SAS.

[Visualizar Anexo 6](#)

Anexo 7. Visual Management con responsables y fechas respectivas para la implementación adecuada de las acciones definidas.

[Visualizar Anexo 7](#)

Anexo 8. Tipos de averías

[Visualizar Anexo 8](#)