

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Reducción de tiempos de recepción y ubicación de producto terminado en un
centro de distribución”

INGE-2474

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Mauricio Raphael Collantes Ordoñez

Michael Alberto Sanga Pintag

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

Dedico este proyecto a toda mi querida familia, en especial a mi madre, Ingrid Ordoñez, a mi padre, Rafael Collantes y a mi tío, por su amor incondicional y su constante apoyo, que me han dado la fuerza para superar cada desafío.

A mis abuelos, a mis tíos, a Wendy Abad y a Juan Andrés Márquez De La Plata, cuyas palabras de aliento y apoyo inquebrantable me han acompañado en cada paso de este camino.

Todos ellos han sido pilares fundamentales de inspiración y motivación, sin los cuales este logro no habría sido posible. Este proyecto es tanto mío como de ustedes.

Mauricio Raphael Collantes Ordoñez

Dedicatoria

Dedico este proyecto primero a Dios, por toda la sabiduría y fortaleza brindada día a día. Su guía constante ha sido mi luz en los momentos difíciles y de incertidumbre, brindando plena confianza para poder cruzar cada desafío e inspiración para alcanzar mis metas.

A mi familia, por su ayuda y su amor incondicional, por confiar que puedo lograr a cumplir esta meta.

Y a mis amigos, por cada mensaje alentador y experiencias contadas para poder llevar a cabo este proyecto.

Michael Alberto Sanga Pintag

Agradecimientos

Quiero empezar agradeciendo a María Belén Segovia, por ser una guía en este proceso y confiar en nuestras habilidades. Sobre todo, a Tommy Gonzáles y a su equipo de trabajo que nos brindaron confianza y conocimientos profesionales e hicieron posible que este proyecto culminara con éxito.

A todos mis profesores que me inculcaron buenos valores y enseñanzas académicas y profesionales, a ellos que pusieron cada granito de arena para formar mi perfil profesional.

A Luis Sanga y María Pintag por sus oraciones y consejos valiosos que han permitido formar mi carácter y mejorar como persona.

A Itaty Coveña por su ayuda incondicional y apoyo a diario.

Michael Alberto Sanga Pintag

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi madre, Ingrid Ordoñez, por su apoyo incondicional y constante durante todo este proceso. Su amor, paciencia y dedicación han sido fundamentales para alcanzar este logro.

También quiero expresar mi agradecimiento a mis profesores, quienes me han enseñado con pasión, dedicación y amor. Aprecio profundamente el esfuerzo y el compromiso con los que han compartido sus conocimientos, y su dedicación diaria para inspirar y educar. En particular, deseo expresar mi gratitud a la Ingeniera María Belén Segovia, por sus valiosas enseñanzas a lo largo de este proceso. Su orientación ha sido fundamental en mi desarrollo académico y profesional.

Mauricio Raphael Collantes Ordoñez

Declaración Expresa

Nosotros Mauricio Raphael Collantes Ordoñez y Michael Alberto Sanga Pintag acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 23 de mayo del 2024


Mauricio Raphael

Collantes Ordoñez



Michael Alberto Sanga
Pintag

Evaluadores

Sofía Anabel López Iglesias, M.Sc.

Profesor de Materia

**María Belén Segovia Navarrete,
M.Sc.**

Tutor de proyecto

Resumen

Desde antes de mayo del 2024, el área de recepción de productos terminados del centro de distribución de una empresa de alimentos presentó altos tiempos de recepción que superaban con 43 minutos al tiempo estándar por camión. El objetivo de este proyecto es de reducir en 20% del tiempo estándar por camión mediante la implementación de la metodología DMAIC. Se encontró que, de los 83 minutos que tarda en receptor un camión, el 55% del total de tiempo, se toma en las actividades de descarga y evacuación, por ende, retrasaba más al proceso final de recepción ocupando espacio entre los andenes, el producto terminado pasaba más tiempo en piso que sin ser almacenado por los carretilleros. Se propuso soluciones como un sistema de descarga automatizada, sistema de identificación mediante conos plásticos de colores, sistema de reconocimiento de etiquetas basados en cámaras. Con estas soluciones se logró reducir el tiempo de recepción pasando de 83 minutos a 62 minutos por camión, una reducción del 25% respecto a la media original, un ahorro de \$61,389 anual, una reducción de 4 a 3.73 horas de uso diario en consumo energético de montacargas y una reducción de 43.33 a 35.2 horas mensualmente en ausentismo del operador.

Palabras Clave: DMAIC, Centro de distribución, Tiempo de recepción.

Abstract

Since before May 2024, the finished goods reception area at the distribution center of a food company experienced high reception times, exceeding the standard time per truck by 43 minutes. The objective of this project is to reduce the standard time per truck by 20% through the implementation of the DMAIC methodology. It was found that, out of the 83 minutes it takes to receive a truck, 55% of the total time is spent on unloading and evacuation activities, which further delayed the final reception process by occupying space between docks. The finished product spent more time on the floor than being stored by forklift operators. Solutions proposed included an automated unloading system, a color-coded cone identification system, and a camera-based label recognition system. These solutions achieved a reduction in reception time from 83 minutes to 62 minutes per truck, a 25% decrease from the original average, resulting in an annual savings of \$61,389, a reduction from 4 to 3.73 hours of daily energy consumption by forklifts, and a decrease in operator absenteeism from 43.33 to 35.2 hours per month.

Keywords: DMAIC, Distribution center, Time of reception, Simulation.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	VI
Índice de figuras	VII
Índice de tablas	IX
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
1.1 Descripción del Problema.....	2
1.2 Justificación del Problema.....	3
1.3 Alcance del Proyecto	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Marco teórico.....	4
Capítulo 2	6
2. Metodología.	7
2.1 Definición	7
2.1.1 Voz del cliente.....	7
2.1.2 Parámetros críticos de la calidad (CTQ)	9

2.1.3	Variable de repuesta (Y)	9
2.1.4	Definición del problema.....	10
2.2	Medición.....	12
2.2.1	Mapeo de proceso.....	12
2.2.2	Plan de recolección de datos	13
2.2.3	Análisis de confiabilidad de datos.....	14
2.2.4	Estratificación.....	16
2.2.5	Problema enfocado	18
2.3	Análisis	19
2.3.1	Diagrama de Ishikawa.....	19
2.3.2	Matriz de priorización de causas	20
2.3.3	Verificación de causas.....	22
2.3.4	Análisis de causa raíz 5 Por qué.....	32
2.4	Mejora.....	34
2.4.1	Propuesta de posibles soluciones	34
2.4.2	Priorización de soluciones.....	36
2.4.3	Soluciones seleccionadas	36
2.5	Propuesta de implementación de soluciones	40
2.6	Control.....	41
2.6.1	Plan de control de soluciones	41
Capítulo 3	42

3.	Resultados y análisis	43
3.1	Tiempo de recepción por camión	44
3.2	Triple Bottom Line	46
Capítulo 4	49
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	50
4.1	Conclusiones.....	50
4.2	Recomendaciones	52
Referencias	53
Apéndice A	54

Abreviaturas

ATLS Automatic Truck Loader Systems

BCP Business Continuity Planning

CD Centro de Distribución

CTQ Critical to Quality

DMAIC Define – Measure – Analysis – Improve - Control

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

SIPOC Supply – Input – Process – Output – Customer

SAP Systems Applications and Products in data processing

VOC Voice of Customer

Índice de figuras

Figura 1.1 <i>Diagrama SIPOC del proceso de recepción</i>	3
Figura 2.1 <i>Diagrama de afinidad de las necesidades de los clientes</i>	8
Figura 2.2 <i>Árbol de características críticas de la calidad</i>	9
Figura 2.3 <i>Gráfico de puntos del tiempo de recepción por camión</i>	11
Figura 2.4 <i>Plan de recolección de datos de las variables de calidad</i>	13
Figura 2.5 <i>Formato de hoja para la recopilación de información de los tiempos de recepción.</i> .	15
Figura 2.6 <i>Análisis de medianas para comprobar la confiabilidad de los tiempos de recepción.</i>	16
Figura 2.7 <i>Diagrama de Pareto de los tiempos de recepción por actividad.</i>	17
Figura 2.8 <i>Prueba Mann-Whitney para identificar la diferencia de medias entre fábricas de origen</i>	17
Figura 2.9 <i>Serie de tiempo para identificar las diferencias del tiempo de recepción entre los rangos de tiempo</i>	18
Figura 2.10 <i>Diagrama de Ishikawa del problema enfocado 1</i>	19
Figura 2.11 <i>Diagrama de Ishikawa del problema enfocado 2</i>	20
Figura 2.12 <i>Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X1 (No hay suficientes estibadores para descargar los camiones al mismo tiempo)</i>	24
Figura 2.13 <i>Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X2 (Exceso de contenedores llega al mismo tiempo)</i>	25
Figura 2.14 <i>Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X3 (La carga de productos terminados desde la fábrica de Ceibos carece de un orden sistemático por familias de productos o lotes)</i>	26

Figura 2.15 <i>Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X4 (Los carretilleros son asignados de manera variable entre las diferentes áreas.)</i>	27
Figura 2.16 <i>Verificación de la variable X5 (Los palets apilados obstruyen la visibilidad del producto)</i>	28
Figura 2.17 <i>Verificación de la variable X6 (La creación de informes de productos es extensa)</i> .	29
Figura 2.18 <i>Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X7 (El muestreo y la verificación son un retrabajo)</i>	30
Figura 2.19 <i>Verificación de la variable X8 (Etiquetado cruzado entre los productos recibidos de fábrica Ceibos)</i>	31
Figura 2.20 <i>Matriz de impacto y esfuerzo de las soluciones propuestas</i>	36
Figura 2.21 <i>Ejemplo del sistema de descarga automatizada</i>	37
Figura 2.22 <i>Ejemplo del uso de conos en los pallets con producto</i>	38
Figura 2.23 <i>Ejemplo del Layout y escáner de sistema de reconocimiento de etiquetas de productos</i>	39
Figura 3.1 <i>Grafica de puntos antes y después de la implementación de soluciones</i>	44
Figura 3.2 <i>Análisis de prueba de diferencia de medias (test t)</i>	45
Figura 3.3 <i>Análisis de capacidad antes y después de la implementación de la solución</i>	45
Figura 3.4 <i>Tiempo promedio de ausentismo laboral mensualmente</i>	47
Figura 3.5 <i>Tiempo promedio de uso de carretilla diaria</i>	48

Índice de tablas

Tabla 2.1 <i>Escenarios para la definición de objetivos</i>	12
Tabla 2.2 <i>Actividades que añaden valor por proceso de recepción.</i>	13
Tabla 2.3 <i>Priorización de causas según los actores</i>	20
Tabla 2.4 <i>Plan de verificación de causas</i>	22
Tabla 2.5 <i>Análisis de causas verificadas, 5 ¿Por qué?</i>	32
Tabla 2.6 <i>Posibles soluciones según la causa raíz</i>	34
Tabla 2.7 <i>Plan de implementación de soluciones</i>	40
Tabla 2.8 <i>Plan de control de soluciones</i>	41
Tabla 3.1 <i>Costos de inversión para la implementación</i>	43
Tabla 3.2 <i>Costos operacionales ahorrados por reducción de la mano de obra</i>	46
Tabla 3.3 <i>Costos operacionales ahorrados por reducción de uso de maquinaria o equipos</i>	47
Tabla 3.4 <i>Costos operacionales totales ahorrados</i>	47

Capítulo 1

1. Introducción

La ejecución del proyecto integrador se realizó en el centro de distribución de una empresa productora de alimentos localizada en Guayaquil, Ecuador. Actualmente dicha empresa productora de alimentos ha mantenido un firme compromiso con la sostenibilidad, cumplimiento con las exigencias de una sociedad que marcha hacia una vida más saludable y venta de alimentos con altos estándares de calidad.

En el país, la empresa lleva más de 66 años, hoy tiene cuatro fábricas ubicadas en Guayaquil y Cayambe, un centro de distribución ubicada en la ciudad de Guayaquil, seis puntos de transferencia y un centro de acopio de cacao. El centro de distribución donde se realizó el proyecto tiene como actividades la recepción de productos locales e internacionales, almacenamiento de productos en condiciones óptimas, logística inversa y distribución de productos a clientes. En cuanto a los productos locales, estos vienen de la fábrica sur y ceibos, y los productos importados los receiptan desde Brasil, Chile y Colombia, de los cuales, estos productos se distribuyen a nivel nacional por todo el Ecuador a consumidores finales, supermercados, tiendas minoristas y mayoristas.

1.1 Descripción del Problema

El área de recepción del centro de distribución actualmente se encuentra evaluando el flujo de camiones que salen de fábrica hasta el centro distribución, flujo por el cual se requiere que sea continuo y eficiente. Actualmente, el centro de distribución receipta en promedio 22 camiones al día, entre las cuales existen problemas al momento de receiptar el producto terminado, generando cuellos de botella en el proceso y generando altos tiempos de recepción.

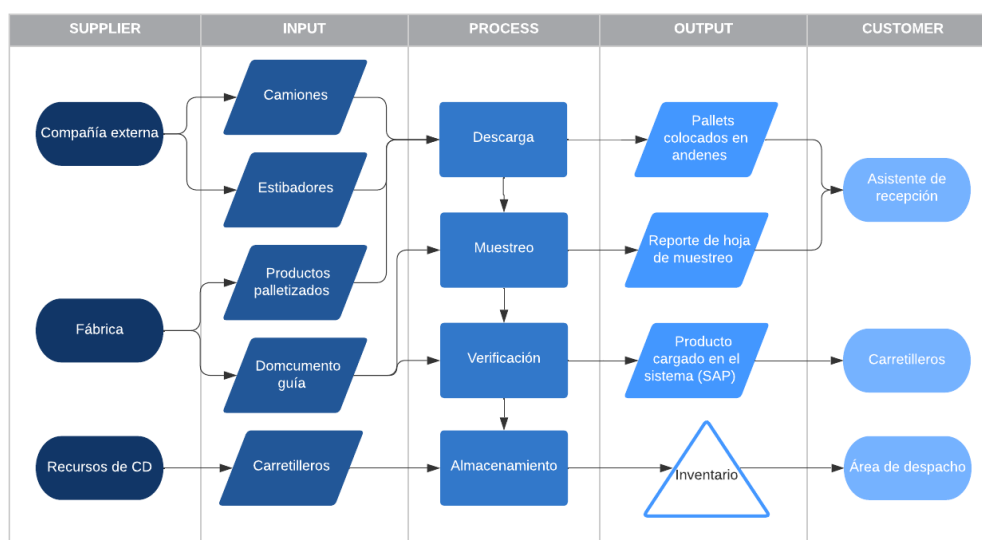
1.2 Justificación del Problema

La demora en la recepción de camiones en el centro de distribución no solo interrumpe el flujo continuo de camiones entre las fábricas y el centro de distribución, sino que también resulta en una baja utilización de los camiones. El impacto de estos tiempos elevados incluye costos adicionales de aproximadamente \$1,200 por camión al mes y una disminución en la eficiencia operativa. Abordar este problema es crucial para optimizar el flujo de trabajo, reducir costos y mejorar la utilización de los recursos.

1.3 Alcance del Proyecto

El proyecto se procederá a realizar en el área de recepción, del que están detallados en el diagrama SIPOC de la Figura 1.1. El enfoque de reducción de tiempo se enfocará en las actividades de descarga, validación, muestreo, y almacenamiento; siendo esta la última actividad del proceso en el que los andenes del área de recepción quedan liberados.

Figura 1.1
Diagrama SIPOC del proceso de recepción



1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Reducir el tiempo de recepción por camión provenientes de fábrica en un 20%, pasando de un promedio de 83 minutos por camión a 67 minutos por camión en el área de recepción del centro de distribución en 3 meses, implementando la metodología DMAIC.

1.4.2 *Objetivos específicos*

1. Identificar las necesidades principales de los nuestros clientes para transformarlas en características de calidad.
2. Identificar las causas raíz de los tiempos elevados del proceso de recepción de productos, para proponer soluciones que reduzcan los tiempos elevados.
3. Evaluar y seleccionar soluciones que satisfagan las necesidades de nuestros clientes, para ser implementadas en el centro de distribución.
4. Simular soluciones y mejoras para determinar el nivel de impacto que generan, para evaluar su efectividad y reducir riesgo de cambios no deseados antes de la implementación completa.

1.5 Marco teórico

La metodología DMAIC es usada por lo general para la resolución de problemas, siempre con un enfoque hacia la mejora de la calidad de procesos, servicios, y productos ya existentes. Conocida por sus siglas en inglés Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar (Montgomery, 2013). Según Luis Socconini (2023) DMAIC sirve como marco de referencia que permite a las organizaciones maximizar la eficiencia, reducir los defectos, mejorar la calidad con un enfoque en satisfacer las necesidades del cliente.

Según Carlos Escobar y Hernando González (2021) declaran que SIPOC hace referencia a Supplier-Inputs-Process-Outputs-Customers; Básicamente, es una representación gráfica de manera resumida de un proceso de gestión, esta gráfica brinda un mayor entendimiento e identificación de los elementos claves dentro de un proceso. La herramienta permite analizar el proceso de forma amplia, reconociendo desde un inicio sus proveedores cuáles son las entradas y salidas del proceso y la relación entre clientes y cada actividad del proceso, así los requerimientos de los clientes se podrán entender mejor.

El autor Vilfredo Pareto, economista sociólogo, enuncia la ley de Pareto, que florece por el análisis empírico de la sociedad en el que vivía Pareto, pero el que la aplicó y difundió a otras áreas de la economía, especialmente, en el ámbito de la mejora continua y gestión de calidad. La teoría indica que, si se tiene un problema con varias causas, la relación es que el 20% de esas causas definen el 80% del problema, adicional a eso, el 80% de las causas solo definen el 20% del problema (José González Gómez, 2007).

El diagrama de Ishikawa o espina de pescado es una herramienta usada para identificar las posibles causas que puedan causar el problema enfocado, usado también para implementar mejoras en procesos o actividades y optimizar recursos en una empresa. (Coletti et al., 2010)

Kaoru Ishikawa al ser unos de los pioneros con respecto a temas de calidad, propuso “una herramienta gráfica llamada diagrama causa – efecto que permite la identificación, orden y visualización de las posibles causas de un problema” (Ishikawa, 1986, citado en Zapata & Isaza, 2004). La estructura del diagrama está conformada por diferentes categorías, normalmente se mencionan las 6M, la cuales son: Maquina, Materiales, Métodos, Medio ambiente, Medición, Mano de obra. Sin embargo, pueden hacerse uso de otras categorías, no necesariamente pueden ser las 6M, para entender mejor el problema se recomienda clasificar por categoría de las actividades del proceso a mejorar.

Capítulo 2

2. Metodología.

2.1 Definición

2.1.1 *Voz del cliente*

Para empezar con la realización de este proyecto se identificó y definió las necesidades, dolores y expectativas del cliente. Para conseguirlo, se identificó los actores involucrados en el proceso de recepción de producto terminado en el centro de distribución, debido a que en esa área se generaba un cuello de botella en la recepción de productos terminados en los andenes de 2.14 camiones/hora.

Los principales involucrados que se consideró fueron aquellos que tienen que ver directamente con el proceso de recepción y jefes de área, entre ellos están:

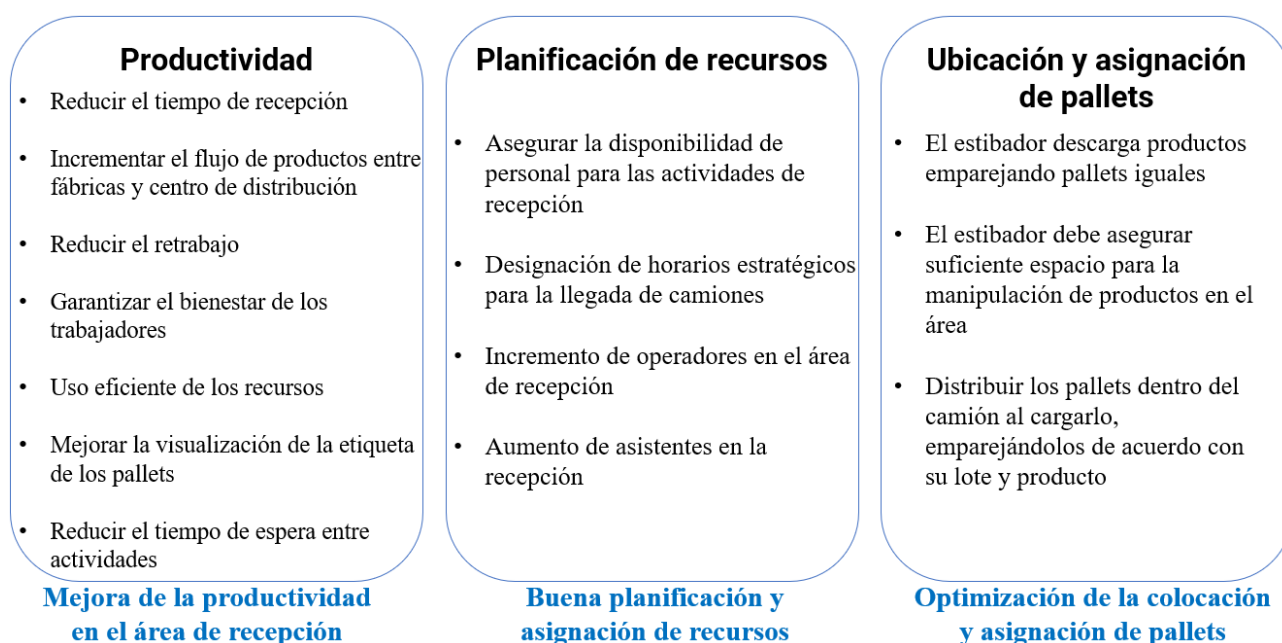
- El Especialista de la cadena de suministro es el encargado, parte interesada y beneficiario de las mejoras implementadas en el proyecto, por ende, él será nuestro cliente principal, responsable de ayudarnos a identificar y definir las problemáticas que se han venido observando a lo largo del tiempo.
- La jefa de operaciones del centro de distribución es la máxima autoridad responsable de la gestión operativa, logística y administrativa del centro. Su aprobación será esencial para implementar las mejoras propuestas.
- Los asistentes de recepción son los operadores involucrados directamente en el proceso de recepción, se encargan de validar y muestrear cada camión con producto que llega al centro de distribución para descargarlo.
- Los carretilleros son los operadores que están encargados en la liberación del producto en el piso de los andenes para llevarlos a almacenamiento en los racks.

Luego de haber identificado nuestros clientes claves, se realizó diversas técnicas para la identificación de posibles necesidades y requisitos, como lluvias de ideas, entrevistas individuales y grupales, las cuales se pueden observar en el apéndice A.

A continuación, se muestra el diagrama de afinidad como el resultado de las necesidades identificadas de los clientes:

Figura 2.1

Diagrama de afinidad de las necesidades de los clientes



Por medio de la recolección de ideas relacionadas, el diagrama de afinidad reveló tres grupos que representan nuestras necesidades clave para mejorar el rendimiento de la recepción de producto, estas necesidades identificadas son: mejorar la productividad en en el área de recepción, buena planificación y asignación de recursos y optimizar la colocación de pallets.

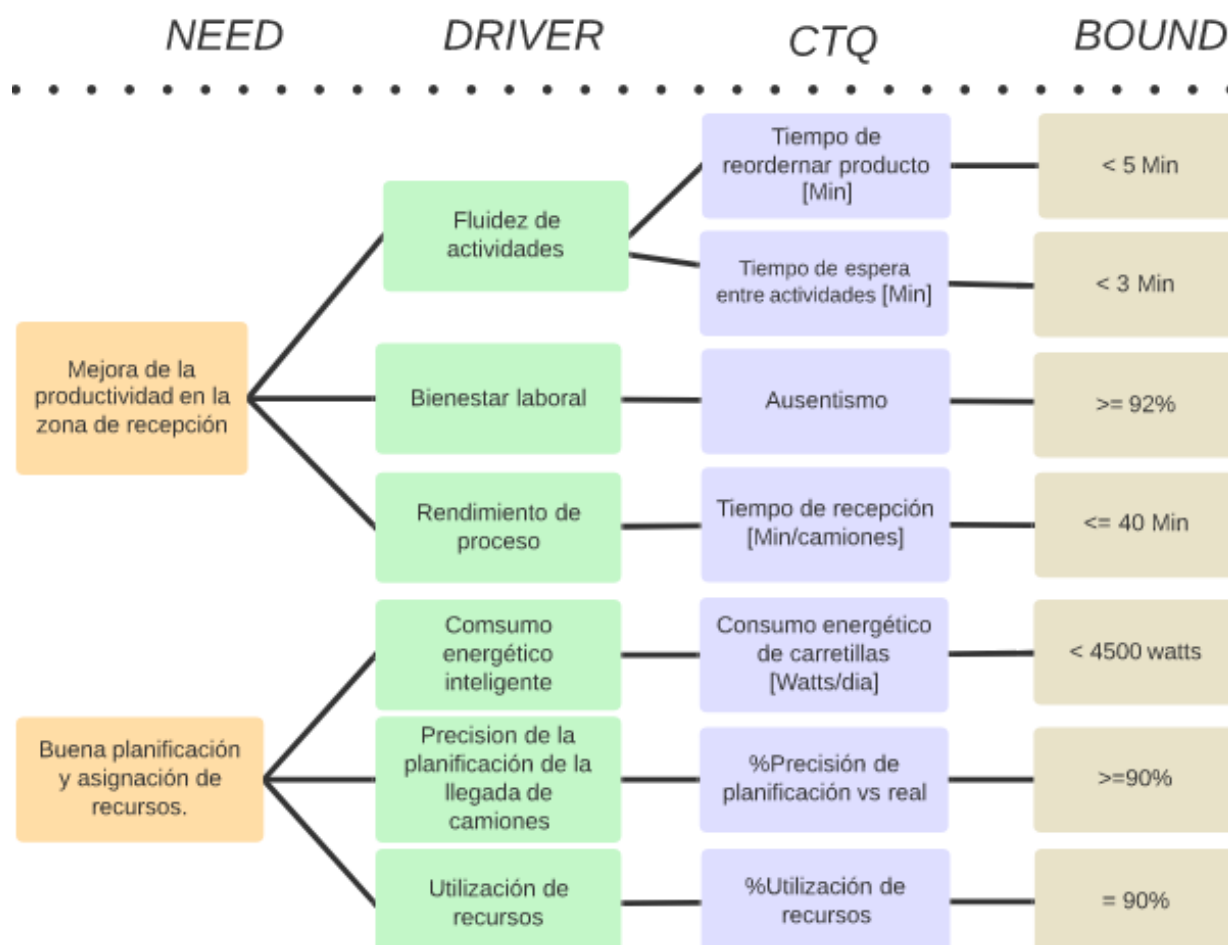
2.1.2 Parámetros críticos de la calidad (CTQ)

Luego de haber identificado y definido las necesidades de los clientes, se realizó el árbol de características críticas de la calidad (Figura 2.2), también llamado CTQ tree, donde se detalla las necesidades identificadas y la traducción de las necesidades en características técnicas para la evaluación de los aspectos de calidad del proceso de recepción.

Los CTQ's permite satisfacer las necesidades identificadas e identificar la variable de respuesta del proyecto.

Figura 2.2

Árbol de características críticas de la calidad



2.1.3 Variable de respuesta (Y)

Tras realizar el CTQ tree se obtuvo como variable de respuesta al tiempo de recepción por camiones, el tiempo de recepción está representado por la suma de los tiempos que toma la

ejecución de las diversas actividades que tiene el proceso de recepción de producto, como se muestra en la ecuación 2.1. Las actividades del proceso de recepción son: La descarga de productos de los camiones, muestreo de productos, verificación de productos y almacenamiento o evacuación de los productos del piso de los andenes a los racks de almacenamiento.

$$\textit{Tiempo de Recepcion} = \sum \textit{Tiempo de actividades de recepcion} \quad (2.1)$$

Donde:

Tiempo de actividades de recepción es igual a la suma de:

- Tiempo de descarga
- Tiempo de verificación
- Tiempo de muestreo
- Tiempo de almacenamiento

2.1.4 Definición del problema

Se realizó la recopilación de una muestra de 25 tiempos de recepción, para determinar el tamaño de la muestra se usó la fórmula 2.2, para poder elaborar un gráfico de puntos (Figura 2.3) con la finalidad de analizar el comportamiento de los tiempos de recepción por camión. En el gráfico se observa que, el tiempo promedio en recibir un camión es de 83 minutos, la cual está muy por encima de lo requerido por la empresa que es de 40 minutos. Por lo tanto, nuestra problemática del proyecto es: **Desde antes de mayo de 2024, en el área de recepción de productos terminados del centro de distribución de una empresa alimentaria, se ha registrado un tiempo de recepción promedio de 83 minutos por camión, cuando el tiempo esperado por la empresa es de 40 minutos por camión.**

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{e} \right)^2 \quad (2.2)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

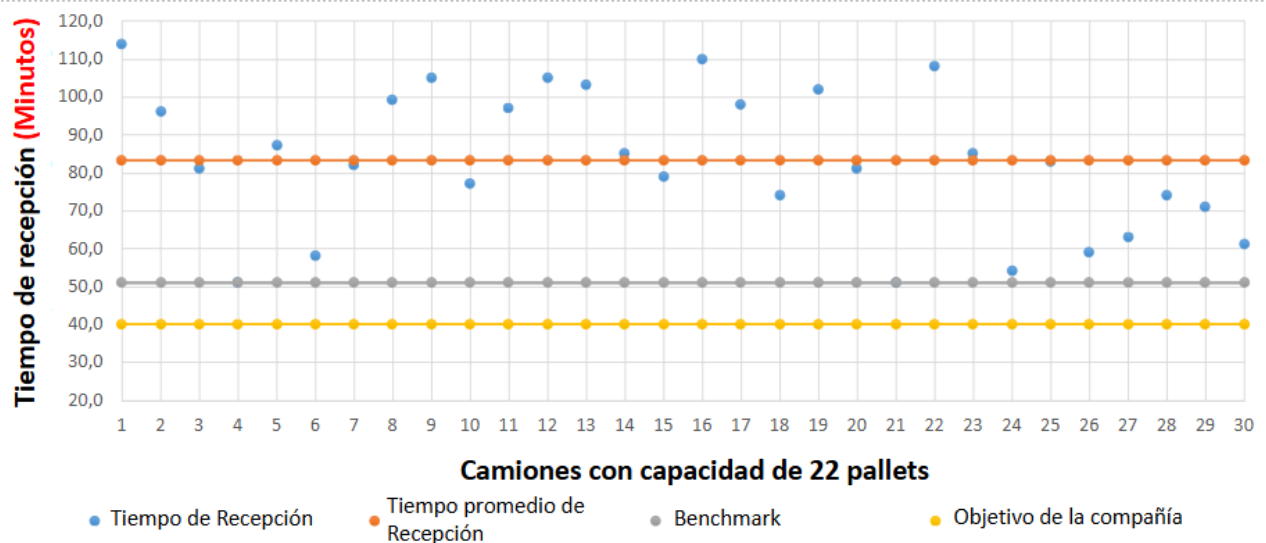
$Z_{\alpha/2}$: El cuantil de la distribución normal estándar correspondiente a una probabilidad de $\alpha/2$.

σ : Desviación típica de la muestra piloto.

e: Margen de error.

Figura 2.3

Gráfico de puntos del tiempo de recepción por camión



Luego de identificar el problema del proyecto, se calculó 3 escenarios de mejoras para reducir el tiempo promedio de recepción. Para el cálculo de estas posibles oportunidades de mejoras primero se identificó el benchmark, o el tiempo mínimo en el que han podido realizar el proceso de recepción. Posteriormente, se determinó el GAP, es decir, la diferencia entre el tiempo de recepción actual y el tiempo de recepción ideal o deseado para el proceso.

Tabla 2.1*Escenarios para la definición de objetivos*

	Pesimista	Realista	Optimista
GAP	32 min	32 min	32 min
Reducción GAP %	25%	50%	75%
Reducción	8 min	16 min	24 min
Meta	75 min	67 min	59 min

Se escogió el escenario realista, este tiene como meta reducir el tiempo de promedio de recepción de 83 minutos a 67 minutos en un plazo de 3 meses, generando una reducción del 20% del proceso de recepción de productos terminados por camión.

2.2 Medición

2.2.1 Mapeo de proceso

El mapa del proceso de recepción de producto terminado que se encuentra en el **Apéndice A** detalla con claridad todas las actividades de recepción. El proceso se divide en cuatro macro actividades: descarga de camiones, muestreo de productos, verificación de productos y almacenamiento. Tras un análisis detallado de las actividades, se determinó que el 44% añaden valor al proceso, el 34% no aportan valor, y el 22% no generan valor directo, pero son indispensables para el funcionamiento del proceso.

Tabla 2.2

Actividades que añaden valor por proceso de recepción.

Procesos	Añade valor	Necesaria	No añade valor
Descarga	2	3	1
Muestreo	2	1	1
Verificación	2	0	2
Almacenamiento	2	0	2
TOTAL	8	4	6

2.2.2 Plan de recolección de datos

Luego de identificar las variables del CTQ tree, se realizó la planificación de la recolección de datos como se muestra en la figura 2.4. El plan detalla las características de las variables de calidad a medir, por ejemplo, unidad de medida, tamaño de muestra, lugar donde se va a adquirir la recolección, el propósito de la medición, entre otras características. La medición de estas variables se usará para determinar de forma correcta la estratificación e identificación de causas potenciales del proyecto.

Figura 2.4

Plan de recolección de datos de las variables de calidad

Variable	Nombre	Definición operacional	Unidad	Tipo de variación	Método de recolección	Tamaño de muestra	Dónde se recolectó ?	Factor de estratificación	Por qué?	Confiabilidad
Y	Tiempo de recepción por camión	Este es el tiempo que se tarda en descargar todo el camión y mover todos los palés al almacén.	Minutos	Continuo	Observación	25	Recepción	Por actividad Por fábrica Por rango de tiempo	Controlar la variable de respuesta	Toma de control del tiempo en paralelo
X1	Tiempo de espera entre actividades	El tiempo que transcurre entre actividades	Minutos	Continuo	Observación	25	Recepción	Por actividad Por rango de tiempo	Analizar cuánto tiempo de espera representa durante el proceso	Toma de control del tiempo en paralelo
X2	Tiempo para reordenar el producto	Tiempo que se tarda en reordenar los palés en el muelle de recepción.	Minutos	Continuo	Observación	25	Recepción	Por factory Por rango de tiempo	Analizar el tiempo de inactividad donde hay un retraso más prolongado	Toma de control del tiempo en paralelo
X3	Consumo de energía de la carretilla elevadora	La cantidad de energía que consume la carretilla elevadora de recepción por día.	Watts/Día	Continuo	Histórico	Todos los datos	Base de datos	Por turno Por carretilla	Controlar la variable de respuesta para el eje ambiental	Prueba-Re Prueba (Empresa)
X4	Ausentismo	Ausentismo de los operadores por dolor musculoesquelético	Total ausentismo	Discreto	Histórico	Todos los datos	Departamento médico		Controlar la variable de respuesta para el eje social	Prueba-Re Prueba (Empresa)
X5	Precisión de la planificación versus la llegada	Porcentaje de precisión que llega la planificación vs la llegada real por día.	Porcentaje	Nominal	Histórico	25	Área logística	Por fábrica Por rango de tiempo	Analizar si la llegada de llegadas está alineada	Prueba-Re Prueba (Empresa)
X6	Utilización de recursos	Porcentaje de utilización de camiones	Porcentaje	Nominal	Observación	25	Recepción	Por fábrica Por rango de tiempo	Analizar cuál es el tiempo en que los recursos no están en uso	Toma de control del tiempo en paralelo

2.2.3 Análisis de confiabilidad de datos

Para asegurar la confiabilidad de los datos utilizados en este estudio, se llevó a cabo una prueba piloto que consistió en 12 mediciones de tiempos de recepción. El objetivo de esta prueba fue determinar la cantidad de mediciones necesarias para garantizar un análisis confiable de nuestra variable. Utilizando la ecuación 2.2 para calcular el tamaño de la muestra, se estableció que la muestra debe consistir en 25 mediciones de tiempos. Esta fórmula se utiliza para determinar cuántas observaciones o unidades deben ser incluidas en una muestra finita y continua para asegurar que los resultados obtenidos sean representativos y precisos para toda la población de interés.

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{e} \right)^2 \quad (2.2)$$

Donde:

n : Tamaño de la muestra.

$Z_{\alpha/2}$: El cuantil de la distribución normal estándar correspondiente a una probabilidad de $\alpha/2$.

σ : Desviación típica de la muestra piloto.

e : Margen de error.

Para la recolección de los tiempos, los datos fueron registrados en una hoja diseñada específicamente para recopilar la mayor cantidad de información posible, con un enfoque particular en los factores de esterificación, como se observa en la figura 2.5. La información se registró diariamente en una hoja de cálculo de Excel hasta completar las 25 mediciones requeridas.

Figura 2.5

Formato de hoja para la recopilación de información de los tiempos de recepción.

No	Fecha	Anden	# Pallets	Nivel	Fabrica	#Estibador	#Carretillero	Llegada de camión	Entrega de llaves	Inicio Descarg	Fin Descarg	PROCESO DESCARG	Inicio Verificaci	Fin Verificaci	PROCESO VERIFICACIO	Inicio Muestr	Fin Muestr	PROCESO MUESTR	Inicio Evacuaci	Fin Evacuaci	PROCESO EVACUACIO	TIEMPO DE RECEPCIO
1	12-06-24	26	18	1	Sur	1	1	13:39	13:42	13:42	13:59	0:17	14:36	14:39	0:03	14:40	14:47	0:07	14:47	15:08	0:21	1:26
2	12-06-24	24	20	1	Sur	1	1	14:17	14:21	14:34	14:54	0:20	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	15:31	15:58	0:27	1:24
3	13-06-24	19	22	1	Ceibos	2	1	10:25	10:26	10:40	10:51	0:22	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	11:30	12:01	0:31	1:21
4	13-06-24	21	22	1	Ceibos	1	2	10:27	10:29	10:33	10:54	0:21	11:16	11:21	0:05	11:23	11:29	0:06	12:35	13:06	0:31	2:33
5	13-06-24	23	44	2	Sur	1	2	10:29	10:31	10:54	11:13	0:19	11:15	11:21	0:06	0:00	0:00	0:00	11:32	11:54	0:22	1:00
6	13-06-24	23	22	1	Ceibos	1	1	12:15	12:18	12:18	12:37	0:19	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	13:09	13:36	0:27	1:18
7	13-06-24	26	22	1	Sur	2	1	13:27	13:31	13:35	13:46	0:22	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	14:37	15:03	0:26	1:28
8	13-06-24	21	18	1	Sur	1	1	13:43	13:46	13:47	14:03	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	15:18	15:42	0:24	1:55
9	14-06-24	21	22	1	Sur	2	2	9:33	9:35	9:39	9:51	0:24	10:11	10:15	0:04	10:16	10:23	0:07	10:12	10:28	0:32	0:49
11	14-06-24	22	22	1	Ceibos	2	2	10:25	10:27	10:27	10:37	0:20	10:58	11:03	0:05	11:03	11:05	0:02	11:06	11:22	0:16	0:55
12	14-06-24	25	22	1	Ceibos	1	1	12:20	12:24	12:49	13:10	0:21	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	13:39	14:04	0:25	1:15
13	17-06-24	20	22	1	Sur	1	1	12:10	12:13	12:20	12:40	0:20	13:54	14:01	0:07	14:03	14:11	0:08	14:32	15:00	0:28	2:40
14	18-07-24	22	18	1	Sur	2	1	11:52	11:53	11:53	11:59	0:12	12:21	12:24	0:03	0:00	0:00	0:00	13:10	13:42	0:32	1:49
15	18-07-24	24	18	1	Sur	2	1	12:05	12:08	12:08	12:14	0:12	12:18	12:22	0:04	12:23	12:30	0:07	12:31	13:05	0:34	0:57
18	20-07-24	22	16	1	Sur	1	2	10:00	10:04	10:10	10:28	0:18	10:29	10:33	0:04	0:00	0:00	0:00	10:42	11:00	0:18	0:50
19	20-07-24	20	22	1	Ceibos	2	2	12:48	12:51	14:31	14:41	0:20	14:50	14:53	0:03	0:00	0:00	0:00	14:51	15:22	0:31	0:51
20	20-07-24	21	22	1	Ceibos	1	2	12:48	12:52	13:39	14:00	0:21	14:31	14:37	0:06	0:00	0:00	0:00	14:32	14:51	0:38	1:12
21	20-07-24	27	28	2	Sur	1.5	2	13:23	13:28	14:03	14:19	0:24	14:24	14:27	0:03	0:00	0:00	0:00	15:29	16:04	0:35	2:01
22	21-07-24	20	22	1	Sur	1	1.5	9:21	9:26	10:29	10:44	0:15	10:43	10:46	0:03	0:00	0:00	0:00	10:50	11:08	0:18	0:39
23	21-07-24	24	18	1	Sur	1	1	9:55	9:59	10:10	10:24	0:14	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	10:42	10:59	0:17	0:49
25	21-07-24	22	44	2	Sur	1	1	9:20	9:25	10:48	11:36	0:23	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	11:34	12:20	0:46	1:32
26	21-07-24	24	18	1	Sur	1	1	10:47	10:50	11:40	11:54	0:14	0:00	0:00	0:00	12:00	12:03	0:03	12:45	13:11	0:26	1:31
28	21-07-24	21	22	1	Ceibos	1	1	12:09	12:11	12:23	12:39	0:16	14:17	14:22	0:05	0:00	0:00	0:00	14:23	15:05	0:42	2:42

Una vez completada la recolección de las muestras, se procedió a comparar los tiempos registrados en el histórico del Excel con los datos recopilados diariamente, con el objetivo de evaluar la confiabilidad de los datos. Se planteo las siguientes hipótesis:

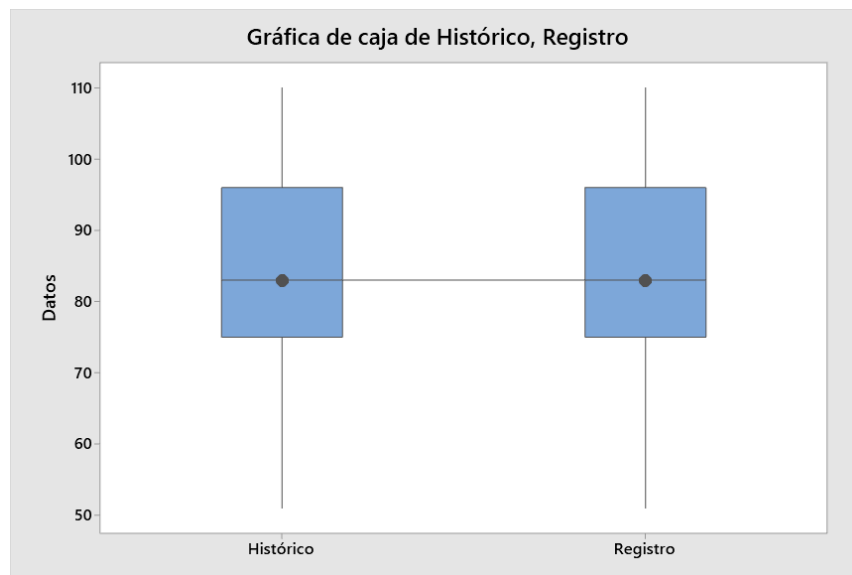
H0: Las medianas de ambos datos son iguales,

H1: Las medianas de ambos datos no son iguales.

Al analizar los resultados de esta comparación como se muestra en la figura 2.6, se observó que el valor p obtenido de 1.00 supero el nivel de significancia de 0.05. Esta observación permite concluir que la hipótesis nula (H0) no se rechaza, por lo tanto, queda mostrado que, **los datos son estadísticamente confiables para su análisis.**

Figura 2.6

Análisis de medianas para comprobar la confiabilidad de los tiempos de recepción.



Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

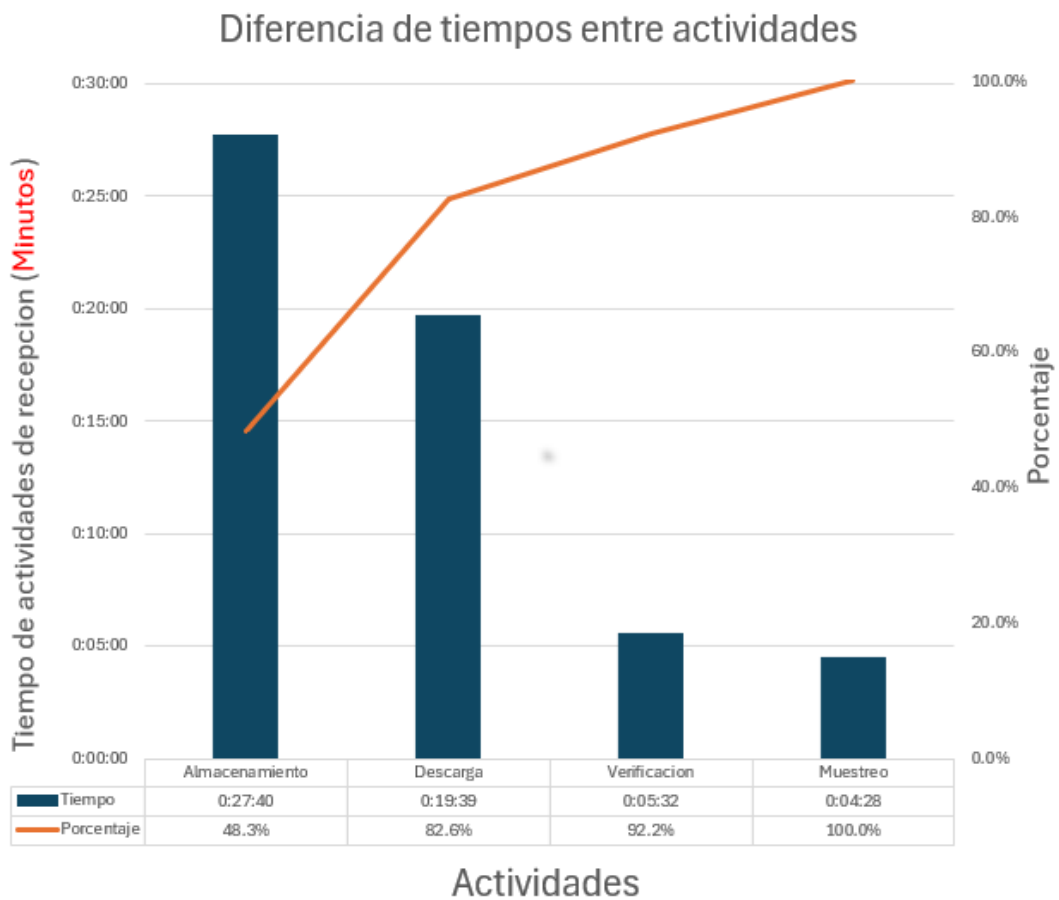
Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	915.00	1.000
Ajustado para empates	915.00	1.000

2.2.4 Estratificación

Posterior al análisis de confiabilidad de los datos, se estratificó los tiempos de recepción por cada actividad del proceso. Con la ayuda del diagrama de Pareto, tal como se muestra en la figura 2.7, este análisis evidenció que el 82.6 % del tiempo total de recepción está reflejado en las actividades de evacuación de producto y descarga, por lo que nos enfocamos ahora en esas dos actividades. Por otro lado, la estratificación por fábricas se evidencia que no hay una diferencia significativa entre medias, esto se analizó con la prueba de hipótesis de Mann-Whitney (Figura 2.8), por tanto, no lo escogimos para enfocar el problema.

Figura 2.7

Diagrama de Pareto de los tiempos de recepción por actividad.

**Figura 2.8**

Prueba Mann-Whitney para identificar la diferencia de medias entre fábricas de origen

Mann-Whitney: Ceibos, Sur

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

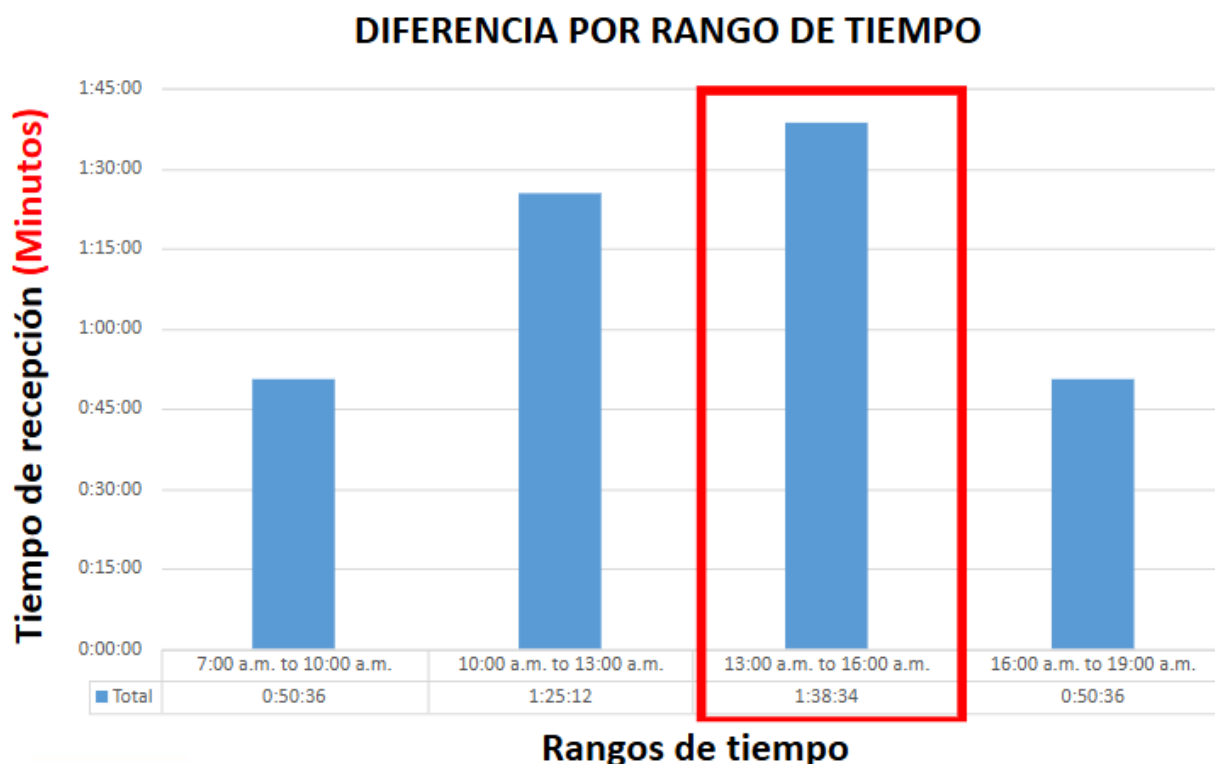
Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	126.00	0.630
Ajustado para empates	126.00	0.630

Luego de identificar que el 82.6% del tiempo total de recepción se concentra en las actividades de descarga y almacenamiento, se procedió a realizar un análisis más detallado

utilizando el factor de estratificación por rangos de tiempo. Este análisis permitió observar que, en el intervalo de 13:00 a 16:00 horas, se registra un aumento significativo en los tiempos de recepción, como se muestra en la figura 2.9.

Figura 2.9

Serie de tiempo para identificar las diferencias del tiempo de recepción entre los rangos de tiempo



2.2.5 Problema enfocado

Con el análisis de la estratificación, se filtró el problema en dos problemas enfocados, quedando así el **primer problema enfocado**: Existe un elevado tiempo de recepción en la actividad de almacenamiento durante la recepción de productos de fabrica sur y ceibos en un rango de tiempo de 1 pm a 4 pm, ya que suman 30 minutos aproximadamente lo que representa alrededor del 36 % del tiempo de recepción total. **Segundo problema enfocado**: Existe un elevado tiempo de recepción en la actividad de descarga durante la recepción de productos de fabrica sur y ceibos

en un rango de tiempo de 1 pm a 4 pm, sumando un total de 30 minutos aproximadamente lo que representa al rededor del 36 % del tiempo de recepción total.

2.3 Análisis

2.3.1 Diagrama de Ishikawa

Para identificar las posibles causas potenciales de los tiempos elevados de recepción entre la 1:00 p.m. y las 4:00 p.m. por las actividades de descarga y almacenamiento, se ejecutó una reunión para entrevistar a los operadores y supervisores del área de recepción con la finalidad de recolectar información de las posibles causas.

A continuación, los siguientes diagramas resumen las posibles causas potenciales de cada problema enfocado:

Figura 2.10
Diagrama de Ishikawa del problema enfocado 1

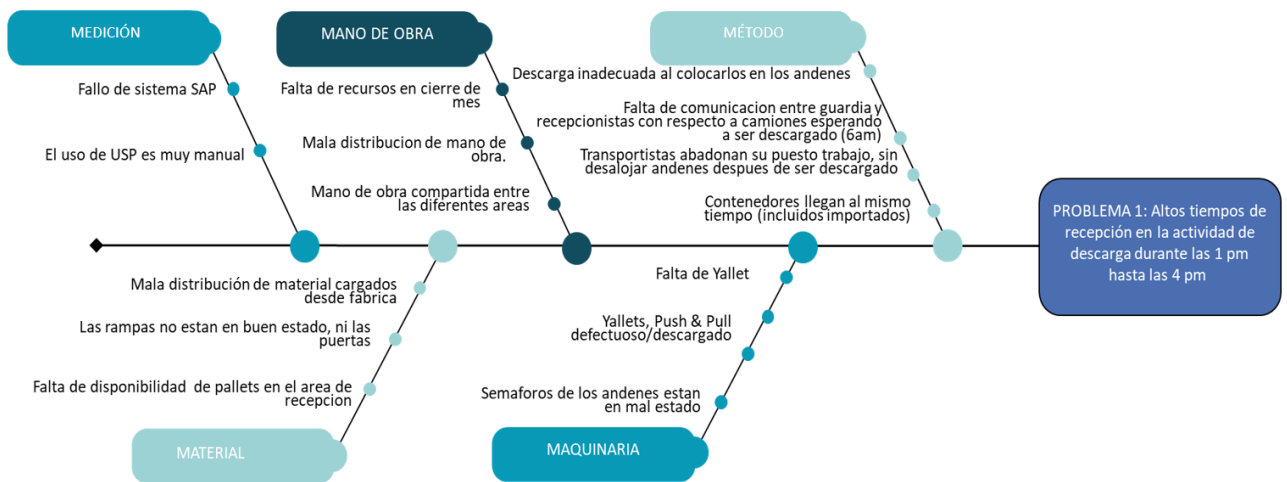
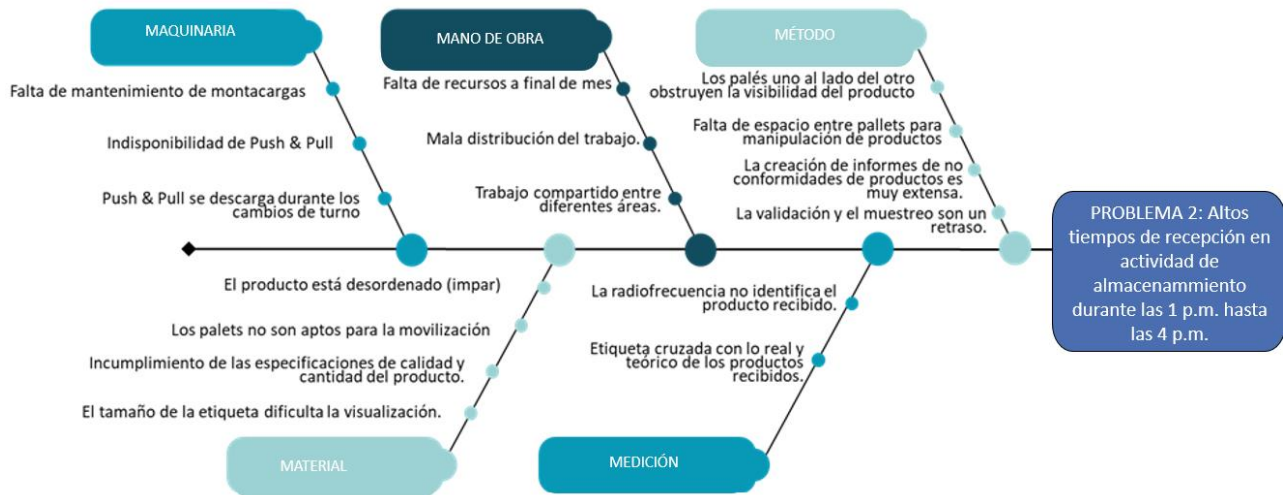


Figura 2.11
Diagrama de Ishikawa del problema enfocado 2



2.3.2 Matriz de priorización de causas

De las posibles causas identificadas en los diagramas de Ishikawa, se llevó a cabo una selección para eliminar las causas que eran similares o no estaban directamente relacionadas con el problema focalizado, y se tradujo a un lenguaje más técnico. Para esto, escogimos las causas de mayor impacto según los involucrados (Puntaje de 8) quedando de la siguiente manera como muestra la tabla 2.3.

Tabla 2.3

Priorización de causas según los actores

Causas Potenciales	Jefe de operaciones	Especialista de operaciones	Supervisor	Asistente de recepción	Conductor de Carretilla	Total	Impacto
Fallo del sistema SAP	1	2	2	2	2	2	Bajo
El uso de BCP es muy manual (no hay sistema)	4	2	2	2	1	2	Bajo

No hay suficientes estibadores para descargar los camiones al mismo tiempo	4	8	8	8	4	8	Alto
Mala distribución de estibadores entre las diferentes áreas	4	4	4	4	4	4	Medio
Descarga incorrecta en las plataformas	4	4	4	4	8	4	Medio
Poca comunicación entre guardia y recepcionistas (6:00 a.m.)	8	2	4	4	1	4	Medio
Exceso de contenedores llega al mismo tiempo	8	8	8	8	8	8	Alto
Los transportistas abandonan su trabajo, sin despejar el camión de las plataformas después de ser descargado	4	4	2	2	1	2	Bajo
Mala distribución del material cargado de la fábrica sur	8	4	4	4	8	4	Medio
La carga de productos terminados desde la fábrica de Ceibos carece de un orden sistemático por familias de productos o lotes	8	8	8	8	8	8	Alto
Las rampas no están en buen estado, ni las puertas.	8	2	2	2	1	2	Bajo
Falta de disponibilidad de palets en la zona de recepción	1	2	4	4	8	4	Medio
Palets defectuosos/descargados, Push & Pull	4	4	4	4	1	4	Medio
Indisponibilidad de Yallet	4	4	4	4	1	4	Medio
Los semáforos de las plataformas están en mal estado	8	1	1	1	1	2	Bajo
Falta de mantenimiento de las carretillas elevadoras	8	2	2	2	2	4	Medio
Indisponibilidad de Push & Pull	1	2	4	4	2	2	Bajo
Push & Pull se descarga durante los cambios de turno	4	4	8	8	2	4	Medio
La asignación de los carretilleros varía durante el día.	8	8	8	8	8	8	Alto
Los pallets colocados demasiado juntos obstruyen la visibilidad del producto.	4	8	8	8	8	8	Alto
Falta de espacio entre los palets para la manipulación del producto (maniobra)	4	4	4	4	8	4	Medio
La creación de informes de productos es muy extensa	8	8	8	8	1	8	Alto
El muestreo y la verificación son un retrabajo	8	8	8	8	4	8	Alto
Los palets no son adecuados para la movilización	4	4	4	4	8	4	Medio
No se cumplen las especificaciones de calidad y cantidad del producto	4	8	8	8	2	4	Medio
La radiofrecuencia no identifica el producto recibido	4	2	4	4	1	2	Bajo

Etiquetado cruzado entre los productos recibidos de fábrica Ceibos	8	8	8	8	8	8	Alto
--	---	---	---	---	---	---	------

2.3.3 Verificación de causas

Después de haber priorizado las causas potenciales, se optó por verificar el impacto real con relación al tiempo de recepción en las actividades antes mencionadas, se realizó con la ayuda de una planificación de verificación de causas como la que se muestra a continuación:

Tabla 2.4

Plan de verificación de causas

Causas potenciales	Teoría de impacto	¿Cómo comprobarlo?	Estado
X1: No hay suficientes estibadores para descargar los camiones al mismo tiempo	Existe una falta de estibadores cuando llegan 2 o más camiones a la vez y hace que los camiones que van llegando deban esperar hasta que haya estibadores disponibles, lo que aumenta el tiempo de recepción.	GEMBA: Comprobar si al asignar más recursos en el área de recepción hay una diferencia en los tiempos	Hecho
X2: Exceso de contenedores llega al mismo tiempo	La llegada de varios contenedores (más de 3) al mismo tiempo no permite utilizar los recursos disponibles, causando un cuello de botella y un tiempo de recepción elevado.	GEMBA: Comprobar si la llegada de 4 camiones o menos marca la diferencia en el tiempo de recepción	Hecho
X3: La carga de productos terminados desde la fábrica de Ceibos carece de un orden sistemático por familias de productos o lotes	Cuando los productos son enviados desde la fábrica de manera desorganizada sin seguir una relación por familia de productos o por lotes, aumenta el tiempo de recepción porque los operadores deben organizar los productos.	GEMBA: Comprobar si al cargar los productos relacionándolos con la misma familia de productos y lotes, hay una diferencia de tiempo	Hecho
X4: La asignación de los carretilleros varía durante el día.	El área de recepción cuenta con 1 operador fijo de montacargas dedicado a actividades de almacenamiento y otro que brinda apoyo en otras áreas. Sin embargo, debido a la presencia de productos que esperan ser almacenados, el área de recepción	GEMBA: Comprobar si mejorar la distribución de los operadores de carretillas elevadoras marca la diferencia	Hecho

	no puede liberar los bienes a los muelles de manera oportuna ni mantener el espacio adecuado para continuar recibiendo envíos. Esta situación está causando retrasos y aumentando los tiempos de recepción.	en la actividad de almacenamiento	
X5: Los pallets colocados demasiado juntos obstruyen la visibilidad del producto.	El espacio entre los palets dificulta que los operadores de montacargas identifiquen el producto, lo que genera un aumento en el tiempo de recepción debido a los retrasos.	GEMBA: Comprobar si dejar espacio entre palés permite a los operadores identificar mejor el producto	Denegado
X6: La creación de informes de productos es extensa	Los problemas derivados de productos defectuosos, faltantes o excedentes requieren mucho tiempo y evitan la liberación rápida de productos desde los muelles, aumentando así la variabilidad del tiempo de respuesta.	GEMBA: Comprobar si la creación de informes tiene un formato predeterminado que agiliza el proceso	Denegado
X7: El muestreo y la verificación son un retrabajo	El muestreo y la verificación de productos se consideran actividades de retrabajo. Estas actividades también se realizan antes de que el producto salga de la fábrica; sin embargo, también se realiza en la recepción, lo que aumenta el tiempo de recepción debido a actividades innecesarias.	GEMBA: Comprobar si eliminar estas actividades marca la diferencia en los tiempos de recepción	Denegado
X8: Etiquetado cruzado entre los productos recibidos de fabrica Ceibos	Cuando un producto llega con una etiqueta incorrecta, debe retenerse y generar un informe de problemas, lo que provoca un aumento en el tiempo de recepción debido al retrabajo.	GEMBA: Verificar si se realiza algún control en el proceso de etiquetado de productos	Denegado

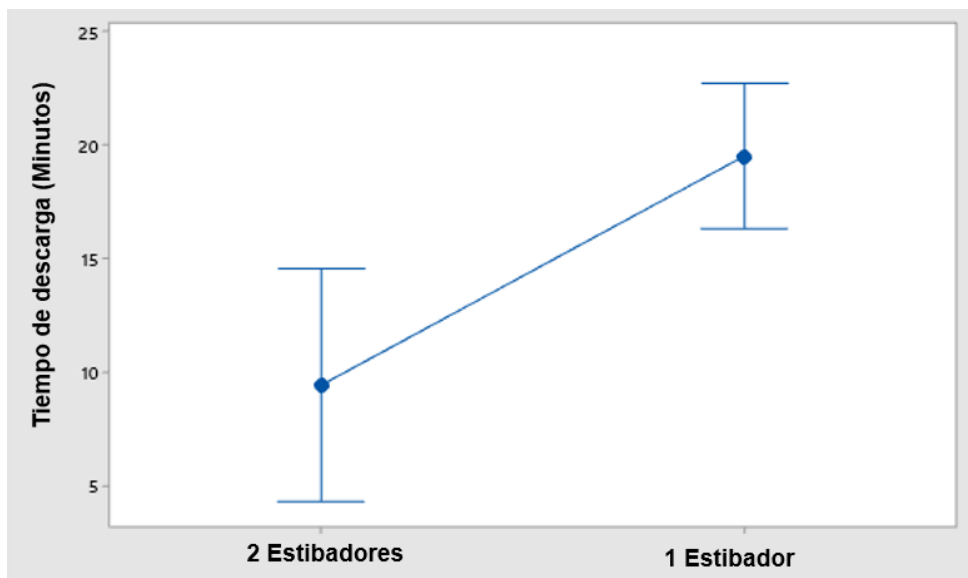
A continuación, se procederá a detallar el análisis de cada una de las causas potenciales que generaron un mayor impacto.

X1: No hay suficientes estibadores para descargar los camiones al mismo tiempo. Para esta causa se comprobó con datos que se tomó previamente donde se considera el tiempo de recepción con un solo estibador y con dos estibadores, en la que se observa que existe una diferencia significativa entre ambos escenarios. En este caso, el escenario donde se asigna un

estibador más (2 estibadores) reduce el tiempo de descarga de 17 minutos a 9.5 minutos, lo que significa una reducción del 50 % en el tiempo de descarga, Por lo tanto esta causa esta verificada. Por otro lado, se realizó una prueba de diferencia de medias (test t) para saber si estas dos variables tienen un efecto distinto entre ambos. Se obtuvo un valor-P < 0.05 lo que significa que existe una diferencia significativa entre medias. Por lo que se concluye que esta causa está verificada.

Figura 2.12

Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X1 (No hay suficientes estibadores para descargar los camiones al mismo tiempo)



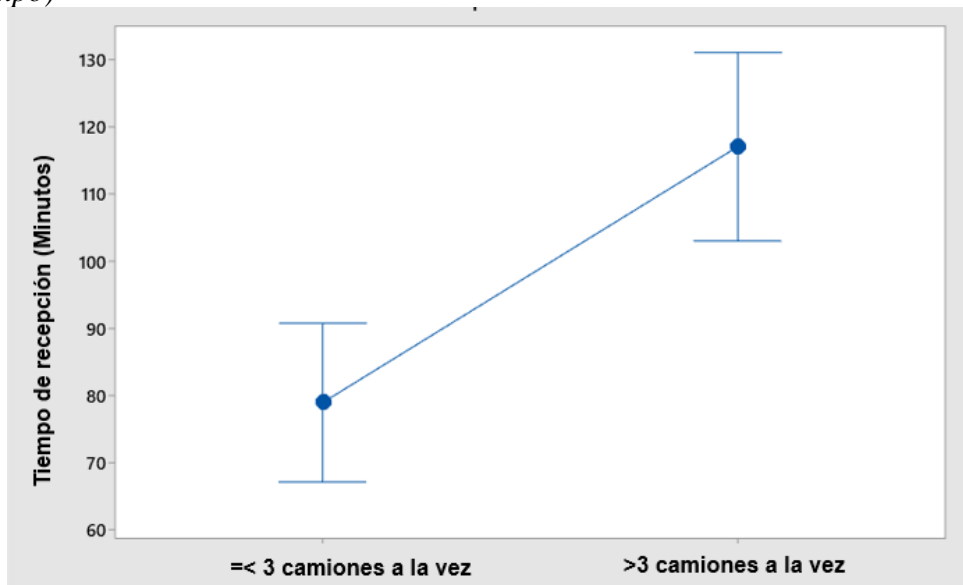
Estimación de la diferencia		Prueba		
	IC de 95% para la Diferencia de diferencia	Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
		Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
		Valor T	GL	Valor p
	7.29 (4.84, 9.74)	6.28	17	0.000

X2: Exceso de contenedores llega al mismo tiempo. Al revisar los arribos de cómo llegaban los contenedores desde fábrica, hacía el centro de distribución, verificamos que, cuando llegaban a la vez 4 o más camiones, el tiempo promedio es de 117 minutos, y cuando llegan menos de 4 camiones, el tiempo promedio es de 79 minutos, con una diferencia de 38 minutos, lo que significa que hubo una reducción del 32% del tiempo de recepción. Por otro lado, se realizó una

prueba de diferencia de medias (test t) para saber si estas dos variables tienen un efecto distinto entre ambos. Se obtuvo un valor-P < 0.05 lo que significa que existe una diferencia significativa entre medias. Por lo tanto, la causa es verificada.

Figura 2.13

Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X2 (Exceso de contenedores llega al mismo tiempo)



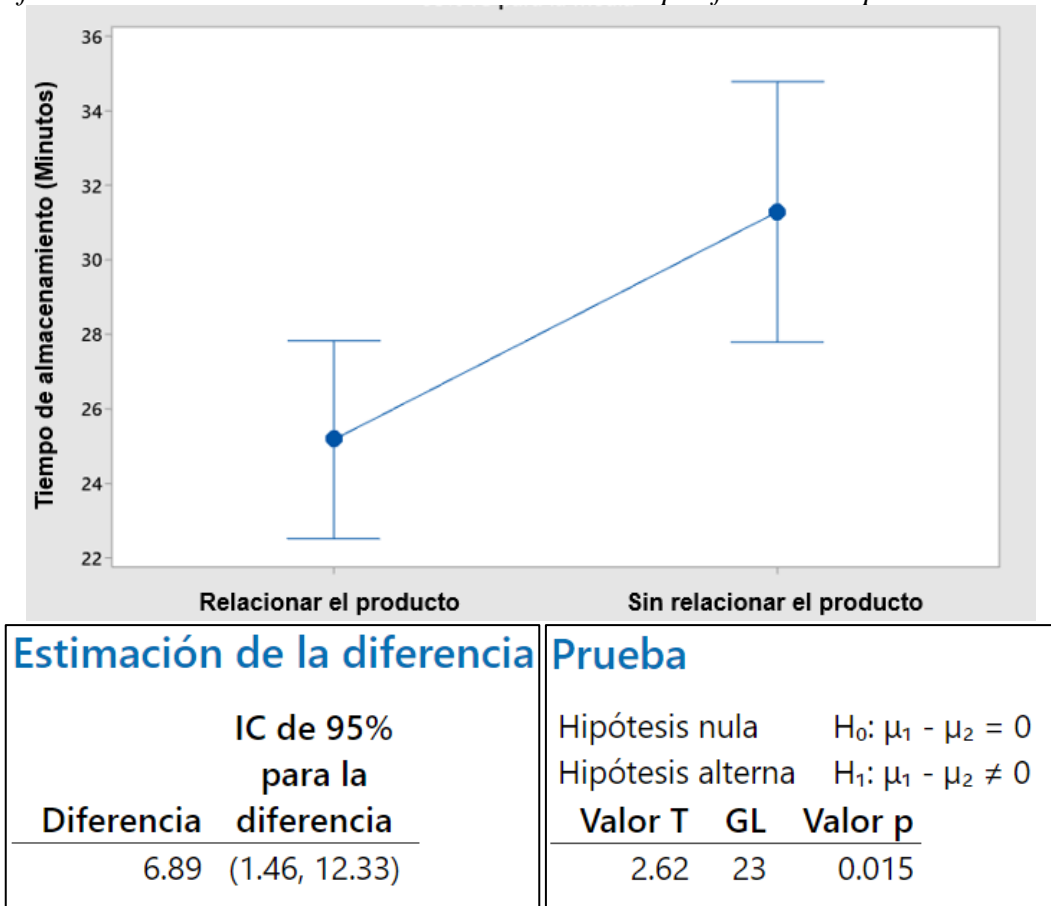
Estimación de la diferencia		Prueba		
	IC de 95% para la diferencia	Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
		Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
Diferencia		Valor T	GL	Valor p
28.46	(16.99, 39.92)	5.08	29	0.000

X3: La carga de productos terminados desde la fábrica de Ceibos carece de un orden sistemático por familias de productos o lotes. Al revisar la forma en como llegaban los productos dentro de los contenedores desde fábrica, nos dimos cuenta de que no seguían un criterio de orden por familia y lotes de productos, es decir, la ubicación de los productos no sigue un patrón estandarizado al momento de cargar el producto dentro de los contenedores. Entonces, la figura 2.14 muestra que, al no seguir un criterio de orden de productos dentro del camión, el tiempo promedio de almacenamiento es de 31 minutos, mientras que, al seguir un criterio de orden, se

redujo el tiempo promedio a 25 minutos. Significa que hay una reducción del 19% en el tiempo de almacenamiento. Por lo tanto esta causa esta validada. Por otro lado, se realizó una prueba de diferencia de medias (test t) para saber si estas dos variables tienen un efecto distinto entre ambos. Se obtuvo un valor-P < 0.05 lo que significa que existe una diferencia significativa entre medias. Por lo tanto, se concluye que esta causa está verificada.

Figura 2.14

Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X3 (La carga de productos terminados desde la fábrica de Ceibos carece de un orden sistemático por familias de productos o lotes)

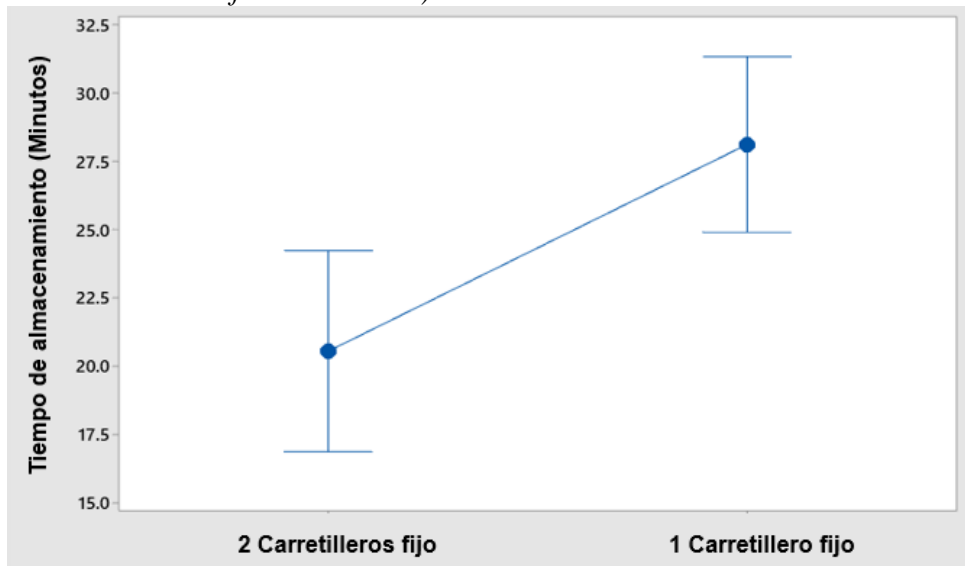


X4: La asignación de los carretilleros varía durante el día. Verificando la distribución de los carretilleros en el área de recepción, se observa que, de los 4 carretilleros disponibles, dos están asignados de manera permanente al área de recepción y los otros dos al área de despacho. Sin embargo, algunas actividades, como el despacho a clientes finales, tienen prioridad, lo que

puede llevar a la reasignación o modificación de recursos. Por ejemplo, uno de los dos carretilleros asignados permanentemente al área de recepción también se utiliza para el despacho, dejando solo un carretillero exclusivamente para recepción. Esto puede afectar la eficiencia del proceso. Además, se puede observar en la Figura 2.15 que, con un único carretillero dedicado, los tiempos de recepción son de 28.5 minutos, mientras con dos fijos el tiempo se reduce significativamente a 20.5 minutos. Por otro lado, se realizó una prueba de diferencia de medias (test t) para saber si estas dos variables tienen un efecto distinto entre ambos. Se obtuvo un valor-P < 0.05 lo que significa que existe una diferencia significativa entre medias. Por lo tanto esta causa está verificada.

Figura 2.15

Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X4 (Los carretilleros son asignados de manera variable entre las diferentes áreas.)

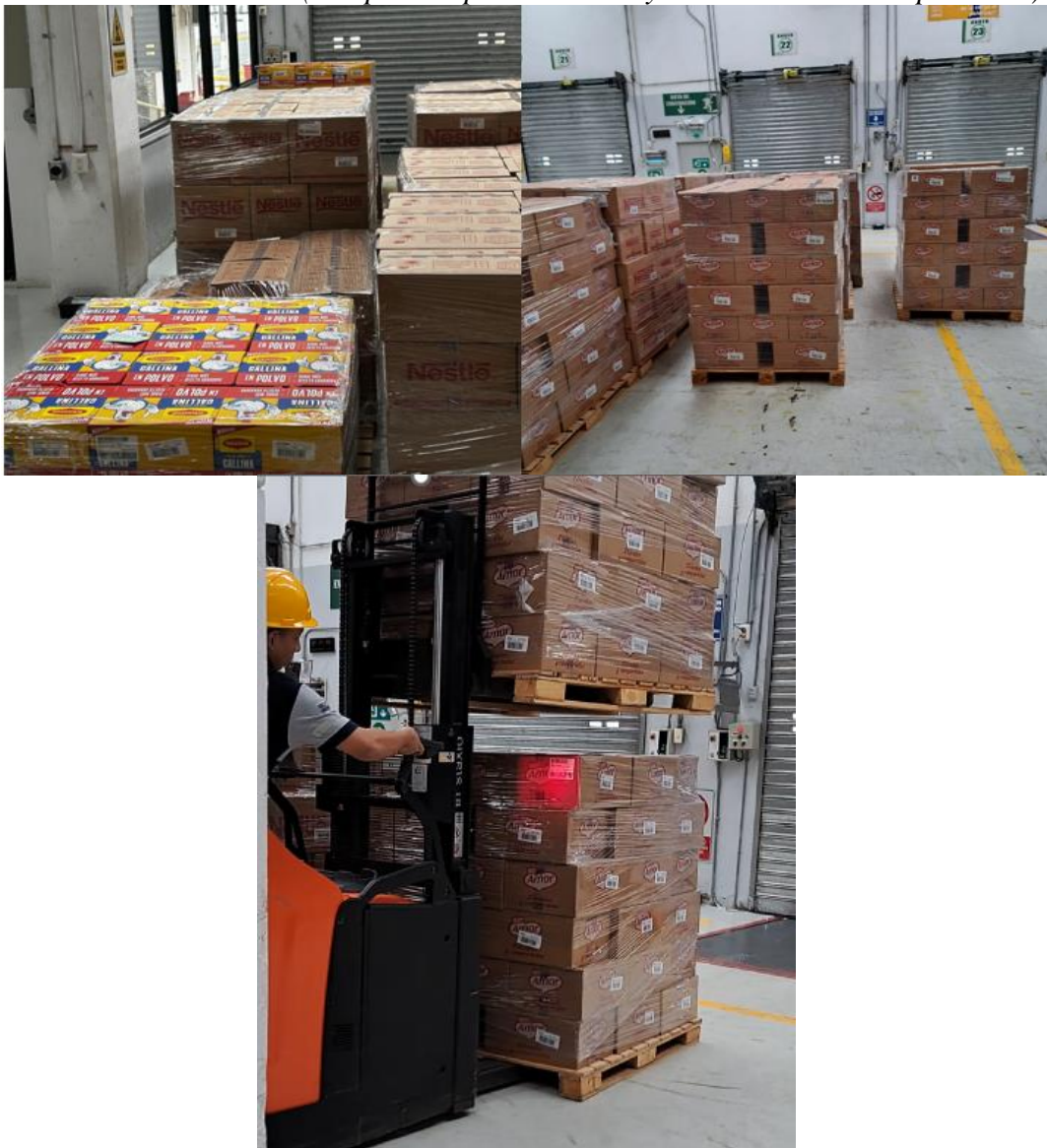


Estimación de la diferencia		Prueba		
	IC de 95% para la diferencia	Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
		Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
Diferencia		Valor T	GL	Valor p
8.62	(2.83, 14.40)	3.06	27	0.005

X5: Los pallets colocados demasiado juntos obstruyen la visibilidad del producto. Al revisar la maniobra que hacían los carretilleros al momento de pistolear las etiquetas de cada pallet para poder llevarlos a los pasillos de los racks, nos dimos cuenta de que, si ellos encontraban los pallets apilados, no les causaba problemas al momento de pistolear, debido a que ellos los pistolean después de haber cogido los pallets, es decir, los elevan y los mueve de su lugar de origen. En la figura 2.16 se muestra los pallets apilados y pallets con espacio, sin embargo, no genera problema en la visualización del producto. Así mismo, en la figura 2.16 se ve que el carretillero eleva los pallets y puede normalmente pistolear en esa ubicación. Por lo tanto, esta causa es denegada.

Figura 2.16

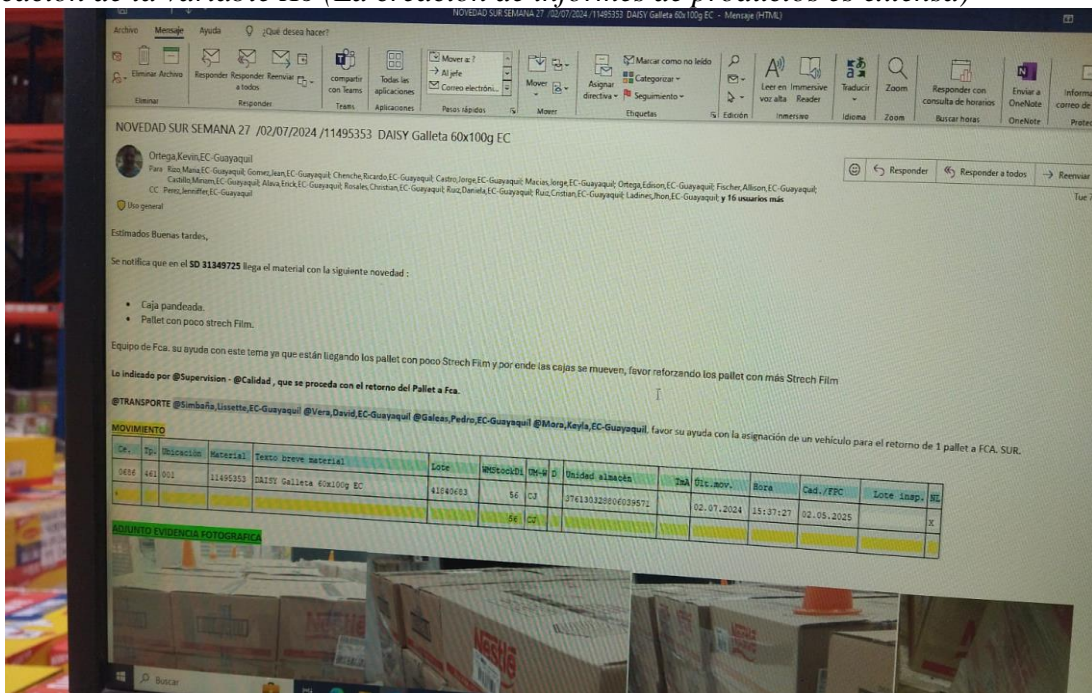
Verificación de la variable X5 (Los pallets apilados obstruyen la visibilidad del producto)



X6: La creación de informes de productos es extensa. Se pudo evidenciar con los asistentes de recepción del procedimiento o pasos a seguir para crear un informe de alguna novedad de los productos que llegan desde fábrica, las novedades que se presentan son por productos defectuosos, faltantes, o sobrantes, en la que el recepcionista debe presentar las novedades por medio de un reporte y enviarlo por correo a la fábrica de donde vino el problema (Figura 2.17) , al revisar este problema con los recepcionistas se observa que poco frecuente el problema que pasa 1 o 2 veces por semana. Por lo tanto, esta causa es denegada.

Figura 2.17

Verificación de la variable X6 (La creación de informes de productos es extensa)

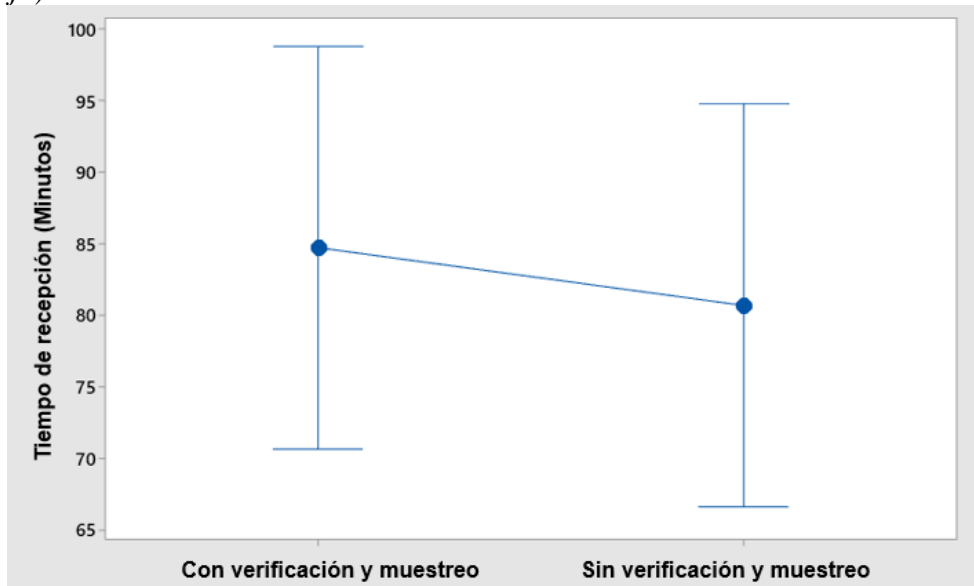


X7: El muestreo y la verificación son un retrabajo. El resultado de diferencia de medias de los tiempos entre ambas actividades no fue significativo como se muestra en la figura 2.18, donde muestra un tiempo promedio de 85 minutos haciendo ambas actividades, y tenemos un tiempo promedio de 80 minutos sin hacer ambas actividades. Por lo tanto, se decidió mantener la actividad, ya que su eliminación o modificación no mejoraría la eficiencia del proceso y se

considera innecesaria. Por otro lado, se realizó una prueba de diferencia de medias (test t) para saber si estas dos variables tienen un efecto distinto entre ambos, y también para saber si hay alguna diferencia estadísticamente significativa entre las medias de varios grupos. Se obtuvo un valor- $P > 0.05$ lo que significa que no existe una diferencia significativa entre medias.

Figura 2.18

Gráfico de intervalos y análisis de medias de la variable X7 (El muestreo y la verificación son un retrabajo)



Estimación de la diferencia		Prueba		
	IC de 95% para la Diferencia			
	diferencia	Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
		Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
		Valor T	GL	Valor p
	5.00 (-6.94, 16.94)	0.86	28	0.398

X8: Etiquetado cruzado entre los productos recibidos de fabrica Ceibos. El cruce de etiqueta surge cuando el producto real que llega al centro de distribución no coincide con lo teórico que dice la guía, los recepcionistas mencionan que esto ocurre con poca frecuencia y cuando ocurre, el proceso de editar el producto cruzado no le toma mucho tiempo, es decir, no es un

proceso extenso. Por lo tanto, el recepcionista no se ve afectado cuando ocurre estos casos, así que, esta causa es denegada.

Figura 2.19

Verificación de la variable X8 (Etiquetado cruzado entre los productos recibidos de fábrica Ceibos)



2.3.4 Análisis de causa raíz 5 Por qué

Las causas raíz de los problemas enfocados abordados en el proyecto se identificaron mediante la aplicación de la herramienta de análisis de los "5 Por qué" a las causas previamente verificadas, como se muestra en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5

Análisis de causas verificadas, 5 ¿Por qué?

Causa verificada	¿Por qué? 1	¿Por qué? 2	¿Por qué? 3	¿Por qué? 4
X1: No hay suficientes estibadores para descargar los camiones al mismo tiempo	Hay poco personal de estibadores	La compañía externa de estibadores no quiere contratar más estibadores.	Al contratar más estibadores la empresa de estiba perjudicaría las ganancias de cada estibador.	La compañía le paga a la empresa de estibadores por actividad realizada no por estibadores contratado
	Los estibadores están haciendo otras actividades cuando hay camiones por descargar.	Las otras actividades tienen mayor nivel de prioridad en ese momento.	Son actividades relacionadas directamente con el cliente, por ejemplo, el despacho de producto.	-
	Acumulación de camiones (Causa verificada #2)	-	-	-
X2: Acumulación de contenedores en el mismo intervalo de	Fabrica sur y ceibos envían más de dos camiones simultáneamente de 10 a 13	Hay una restricción de circulación vehicular de 7 a 10 y no alcanzaron a salir a tiempo los camiones antes de las 7 a.m.	Los transportistas no reciben la guía de salida antes de la restricción vehicular	Hay un turno que no cuenta con una personal que cree las guías de salida

tiempo de 10 a.m. a 13 p.m.	Hay camiones de fabrica e importados que llegan al mismo tiempo	El arribo de camiones de fabrica coinciden con la programación de arribos de camiones importados	Fabrica no lleva una programación y coordinación fija de envíos de camiones	La fabricas no cuenta con una planificación de envíos de camiones a CD
	Los camiones no despejan los andenes después haber sido descargado	Los transportistas no tienen conocimiento de que la descarga ha finalizado	Los transportistas realizan otras actividades que no están relacionadas con su trabajo	-
X3: La carga de productos terminados desde la fábrica de Ceibos carece de un orden sistemático por familias de productos o lotes	Hay producto mezclado en el área de despacho.	No clasifican el producto según la línea de producción	El área de despacho tiene capacidad limitada para contener 45 pallets y el espacio no permite identificar y organizar el producto	-
X4: La asignación de los cartilleros varía durante el día	Los montacarguistas son asignados para realizar diferentes actividades en diferentes áreas	Surgen actividades que son prioritarias y se necesitan conductores de montacargas para ejecutarlas	Son actividades que están relacionadas directamente con el cliente	-

2.4 Mejora

2.4.1 Propuesta de posibles soluciones

Después de identificar las causas raíz de los problemas enfocados, se planteó enlistar las posibles soluciones y mejoras, como se muestra en la tabla 2.6, con el fin de abordar cada una de las causas raíz de manera efectiva.

Tabla 2.6

Posibles soluciones según la causa raíz.

Problema enfocado	Causa verificada	Causas raíz	Posibles soluciones
Altos tiempos en la actividad de descarga de la 1:00 p.m. a las 4:00 p.m.	X1: No hay suficientes estibadores para descargar los camiones al mismo tiempo.	No hay suficientes estibadores para descargar los camiones debido a que los estibadores están realizando otras actividades prioritarias relacionadas con el cliente.	1) Implementar un sistema de descarga automatizada para no depender de los estibadores
		No hay suficientes estibadores para descargar los camiones debido a que la empresa de estibadores gana por actividad realizada y contratar más personal reducirá las ganancias de los estibadores.	2) Contratar un estibador fijo para la actividad de descarga
	X2: Acumulación de contenedores en el mismo intervalo de tiempo de 10 a.m. a 13 p.m.	La falta de una persona para crear las guías de salida impide que los camiones salgan antes de la restricción vehicular que es desde las 7 a.m. a 10 a.m., provocando la acumulación de camiones/contenedores en el mismo intervalo de tiempo de 10 a.m. a 13 p.m. en los andenes del CD	3) Implementar un sistema de descarga automatizada para no depender de los estibadores
			4) Asignar roles específicos en cada turno para la creación de guías.

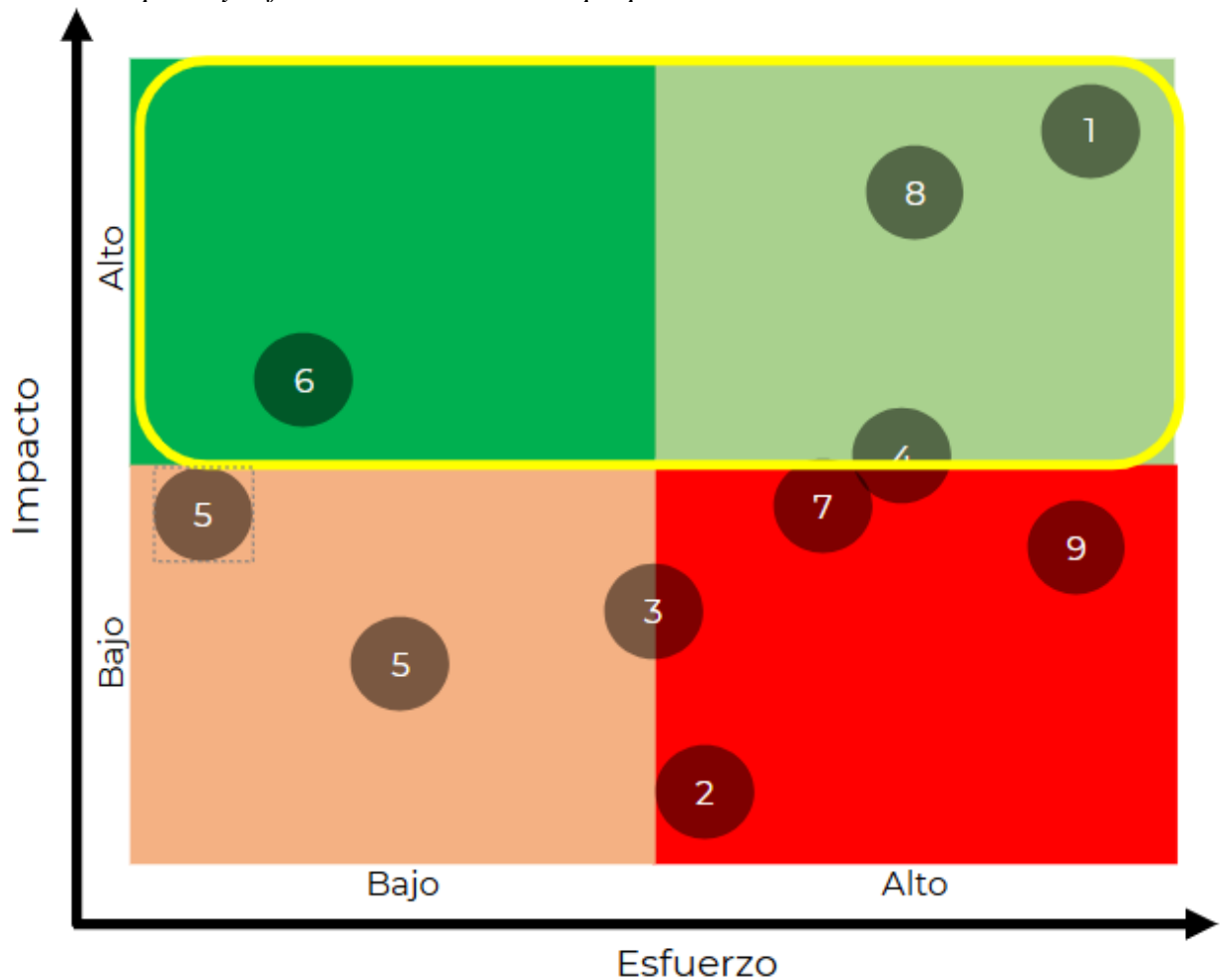
		Las fábricas no cuentan con una planificación para los envíos de camiones hacia el centro de distribución, lo que genera una acumulación de camiones de 10 a.m. a 13 p.m.	5) Establecer una planificación de arribos de camiones para el Centro de Distribución
		Los transportistas no despejan los camiones de los andenes de recepción después de finalizar la descarga, porque los transportistas realizan otras actividades que no están relacionadas con su trabajo. Provocando una acumulación de contenedores en el centro de distribución	6) Instalar una aplicación móvil que notifique a los transportistas minutos antes de finalizar la descarga
Altos tiempos en la actividad de almacenamiento de la 1:00 p.m. a las 4:00 p.m.	X3: La carga de productos terminados desde la fábrica de Ceibos carece de un orden sistemático por familias de productos o lotes.	La fábrica ceibos no envía los productos siguiendo un criterio de orden, porque la capacidad del área de despacho es reducida y no permite identificar y organizar los productos, generando que exista retrabajo en el centro de distribución	7) Implementar un sistema de identificación visual de productos utilizando conos de diferentes colores para los productos que llegan desde fábrica
			8) Reorganizar el área de despacho de ceibos para aumentar el espacio y poder organizar de una mejor manera el producto
			9) Implementar un sistema de reconocimiento de etiquetas de productos, para identificar como está distribuido los productos dentro del camión
	X4: La asignación de los cartilleros varía durante el día	Los montacarguistas no pueden satisfacer las actividades de recepción de producto porque los montacarguistas realizan otras actividades prioritarias relacionadas con el cliente	9) Asignar un montacarguista que de soporte a las diferentes áreas para que no usen montacarguistas del área de recepción

2.4.2 Priorización de soluciones

A continuación, se realizó la matriz de impacto y esfuerzo de las soluciones para priorizar y determinar cuáles de las soluciones propuesta se deben implementar:

Figura 2.20

Matriz de impacto y esfuerzo de las soluciones propuestas



2.4.3 Soluciones seleccionadas

Implementar un sistema de descarga automatizada para no depender de los estibadores. Este sistema estará compuesto por maquinaria avanzada y dispositivos autónomos, como se presenta en la Figura 2.21. Incluirá rieles motorizados y sensores de última generación. Los rieles transportarán los productos desde los camiones hasta el área de recepción de manera precisa y rápida, mientras que los sensores garantizarán la correcta alineación y transferencia de

los pallets. Con la implementación de esta tecnología, se reducirá significativamente la necesidad de intervención manual, se minimizarán los errores asociados a la manipulación de productos y se optimizará el tiempo de recepción, contribuyendo a una operación más fluida y eficiente.

Figura 2.21

Ejemplo del sistema de descarga automatizada



Implementar un sistema de identificación visual de productos utilizando conos de diferentes colores para los productos que llegan desde fábrica. Para ello, se modificaron los conos plásticos existentes en el área de recepción, añadiendo cintas de distintos colores para facilitar la clasificación durante la actividad de verificación. Estos conos se colocan encima de los

pallets llenos de productos y anteriormente se utilizaban únicamente para indicar a los carretilleros que los productos estaban listos para ser almacenados. Con la implementación de esta modificación, los conos de colores permiten identificar y clasificar de manera eficiente los productos que comparten el mismo SKU. Además, como se muestra en la Figura 2.22, se ha asignado el color negro para identificar los pallets incompletos o aquellos que son individuales, es decir, pallets que no se repetición en la carga descargada.

Figura 2.22

Ejemplo del uso de conos en los pallets con producto



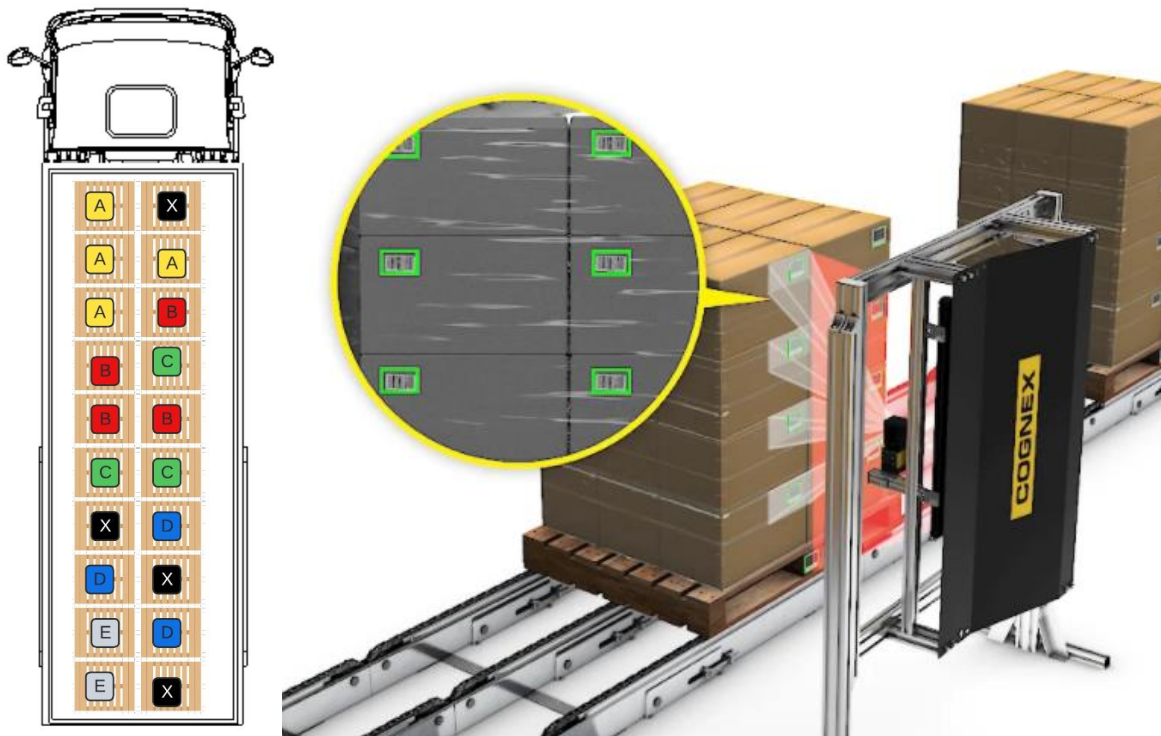
Implementar un sistema de reconocimiento de etiquetas de productos, para identificar como está distribuido los productos dentro del camión. Se instalarían escáneres junto a las puertas de los andenes en la fábrica, los cuales leerán los códigos de barras de las etiquetas de cada pallet a medida que pasan por las puertas para ser cargados en los camiones.

Este sistema generará un layout que muestra cómo se cargó el camión, el layout permitirá identificar la ubicación de los productos durante las diferentes etapas del proceso de recepción.

A continuación, en la Figura 2.23 se presenta el layout y el escáner a usar:

Figura 2.23

Ejemplo del Layout y escáner de sistema de reconocimiento de etiquetas de productos



2.5 Propuesta de implementación de soluciones

A continuación, se detalla el plan de implementación de las soluciones seleccionadas

Tabla 2.7

Plan de implementación de soluciones

Soluciones	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Responsable
Implementar un sistema de descarga automatizada para no depender de los estibadores.	Aumenta la eficiencia de la descarga, reduce errores y la utilización de estibadores.	Instalar rieles transportadores en los contenedores y plataformas para deslizar el producto.	Andenes del área de recepción del Centro de Distribucion	Largo Plazo	Especialista de la cadena de suministro
Implementar un sistema de identificación visual de productos utilizando conos de diferentes colores para los productos que llegan desde fábrica.	Mejorar la identificación y visualización del producto para una gestión más eficiente del almacenamiento.	Los conos de diferentes colores se colocan sobre los pallets según el tipo de producto y lote.	Andenes del área de recepción del Centro de Distribucion	01-08-2024	Asistentes de recepción
Implementar un sistema de reconocimiento de etiquetas de productos, para identificar como está distribuido los productos dentro del camión.	Facilita conocer la distribución de los productos dentro del contenedor para una descarga ordenada y eficiente.	La instalación de cámaras en los muelles de carga permitirá obtener una visualización detallada de la distribución de los productos dentro de los contenedores.	Área de despacho de la fábrica Ceibos	Largo Plazo	Supervisor de Fabrica Ceibos

2.6 Control

2.6.1 Plan de control de soluciones

A continuación, se elaboró un plan de control con el objetivo de garantizar que las soluciones continúen produciendo los resultados esperados a largo plazo, como se detalla en la tabla 2.8

Tabla 2.8

Plan de control de soluciones

Soluciones	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?
Implementar un sistema automatizado de descarga	Monitoreo y mantenimiento preventivo	Evitar fallas inesperadas que puedan interrumpir el flujo de operaciones y causar retrasos en la descarga de palets.	Revisión mecánica, eléctrica y operativa del estado de los rodamientos y componentes del sistema	Anden de recepción CD	Mensual	Proveedor externo
Implementar un sistema de identificación visual de productos utilizando conos de diferentes colores	Inventario y reposición de conos	Asegurar la disponibilidad de conos de colores para la correcta identificación de palets, evitando interrupciones en el proceso	Monitoreo continuo del inventario y reposición cuando los niveles de conos alcancen niveles bajos	Anden de recepción CD	Diario	Operador del Centro de Distribución
	Capacitación para operadores	Asegurar que los operadores comprendan el uso correcto del sistema de conos	Impartir sesiones de formación sobre el uso adecuado y el mantenimiento del sistema	Anden de recepción CD	Semestral	Supervisor de CD
Implementar un sistema de reconocimiento de etiquetas de productos para identificar la distribución de productos dentro del camión	Revisiones de software de escáner	Mantener la precisión de los datos relacionados con la disposición de los productos en el camión.	Actualización de software y base de datos de productos	Área de despacho de fábrica	Trimestral	Proveedor externo

Capítulo 3

3. Resultados y análisis

Para el análisis de costo de cada solución que se propone, se analizaron 3 opciones de solución con la empresa, de las cuales la solución de un sistema de descarga automatizada y un sistema de reconocimiento de etiquetas de productos fueron considerados un proyecto a largo plazo debido a su alta inversión, no obstante, al tratarse de un proyecto de mejora, este conlleva aumentar la eficiencia de las operaciones y actividades del proceso, por lo que también comparamos y analizamos la rentabilidad y viabilidad de la mejora prometida. Por otro lado, la solución de implementar un sistema de identificación mediante conos de diferentes colores fue implementada, este requería de una mínima inversión y una aplicabilidad sencilla. En la tabla 3.1 muestra un resumen de los costos de inversión de cada solución.

Tabla 3.1

Costos de inversión para la implementación

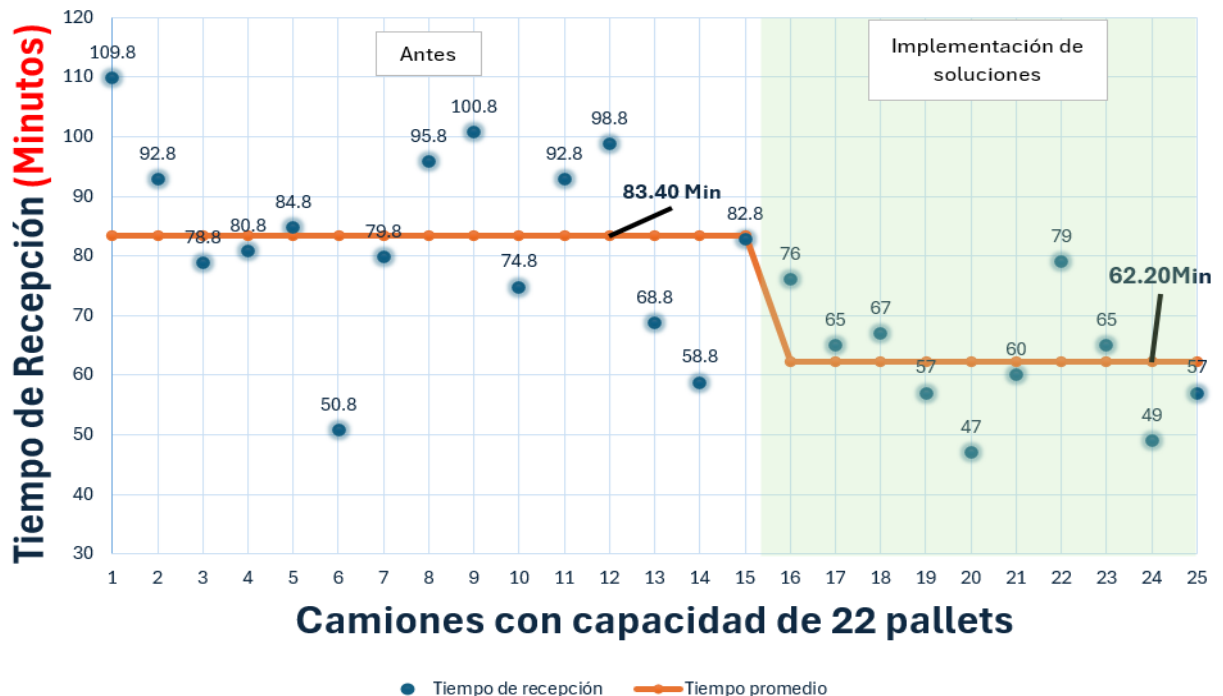
Solución	Costo mano de obra	Costo de maquinaria	Insumos	Software	Costo total
Implementar un sistema de descarga automatizada para no depender de los estibadores.	\$30.000	\$80.000	\$8.000	\$2.000	\$120.000
Implementar un sistema de identificación visual de productos utilizando conos de diferentes colores para los productos que llegan desde fábrica.	\$ 11,63	\$ -	\$50	\$ -	\$61,63
Implementar un sistema de reconocimiento de etiquetas de productos, para identificar como está distribuido los productos dentro del camión.	\$1.000	\$3.000	\$1.000	\$7.000	\$12.000
Total	\$31.011,63	\$83.000	\$9.050	\$9.000	\$132.061,63

3.1 Tiempo de recepción por camión

Para corroborar la mejora del proceso de recepción de producto terminado, se realizó un diagrama de puntos, tal como se muestra en la figura 3.1, esta gráfica de puntos muestra los tiempos de recepción por camión tomados desde el 8 de junio del 2024 hasta el 26 de agosto del 2024. Se observa que, el tiempo promedio de recepción por camión estaba en 83 minutos por camión, estos datos fueron tomados en la etapa de medición y análisis, la cual anteriormente se explica los factores que implican a que den como resultado dicho tiempo, por otro lado, dichos eventos fueron controlados y se evidencia una reducción de tiempo promedio de 62 minutos por camión, esto es ya con las implementación y simulación de las soluciones.

Figura 3.1

Grafica de puntos antes y después de la implementación de soluciones.



Finalmente, esto trajo como resultado una reducción del tiempo promedio de recepción, pasando de 83 minutos a 62 minutos por camión. Por otro lado, se realizó una prueba de diferencia

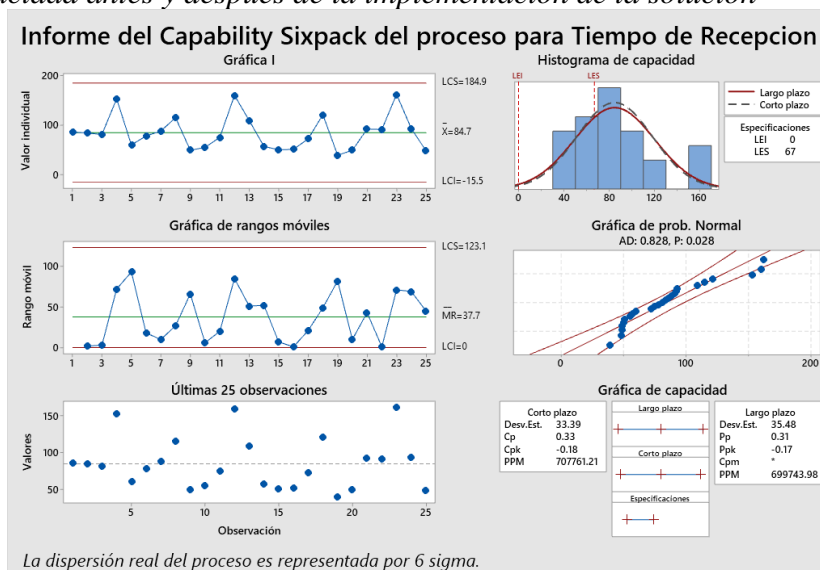
de medias (test t) para saber si estas dos variables tienen un efecto distinto entre ambos. Se obtuvo un valor- $p < 0.05$, por lo que, la hipótesis nula se rechaza, concluyendo que existe una diferencia significativa entre medias.

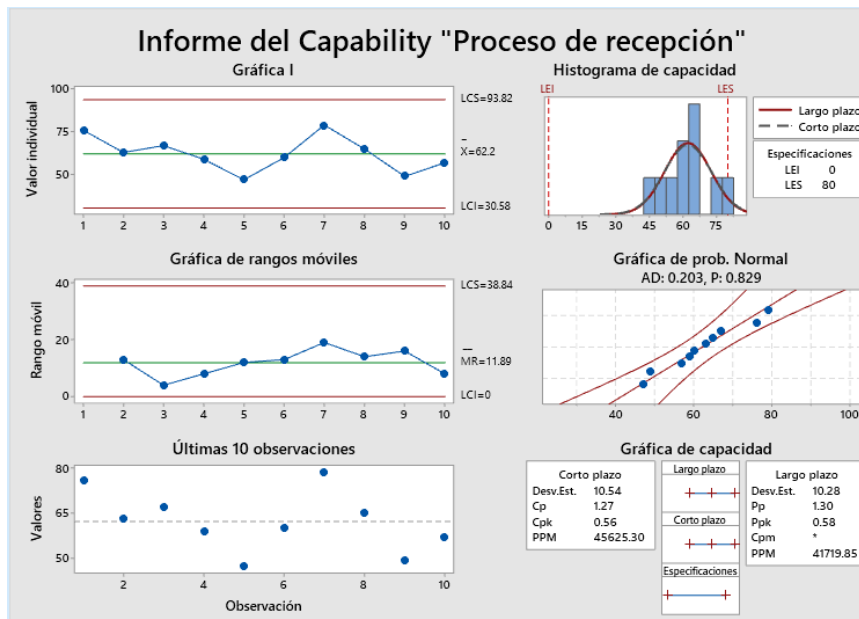
Figura 3.2
Análisis de prueba de diferencia de medias (test t)

Estimación de la diferencia		Prueba		
IC de 95% para la Diferencia		Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
21.40 (10.51, 32.29)		Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
		Valor T	GL	Valor p
		4.08	22	0.000

A su vez, como se observa en el análisis de capacidad, el CPk del proceso mejoró de -0.18 a 0.56, lo que indica una mejora significativa en el desempeño del proceso.

Figura 3.3
Análisis de capacidad antes y después de la implementación de la solución





3.2 Triple Bottom Line

Tomando en cuenta los costos que implica todo el flujo de recepción de producto terminado para que se lleve a cabo dicho proceso y la reducción de tiempo que obtuvimos con la implementación de las soluciones y simulación de estas, tenemos un ahorro en el aspecto económico de \$61,389 anuales en costos operativos.

Tabla 3.2

Costos operacionales ahorrados por reducción de la mano de obra

Mano de obra			
Recurso	Costo Unitario	Cantidad diaria afectada	Costo Anual
Estibadores	\$7/camión	22 camiones	\$40,656.00
Asistente	\$3.75/hora	1.83 horas	\$1,815.00
Carretillero	\$2.875/hora	1.83 horas	\$1,389.00
Total	-	-	\$43,860.00

Tabla 3.3*Costos operacionales ahorrados por reducción de uso de maquinaria o equipos*

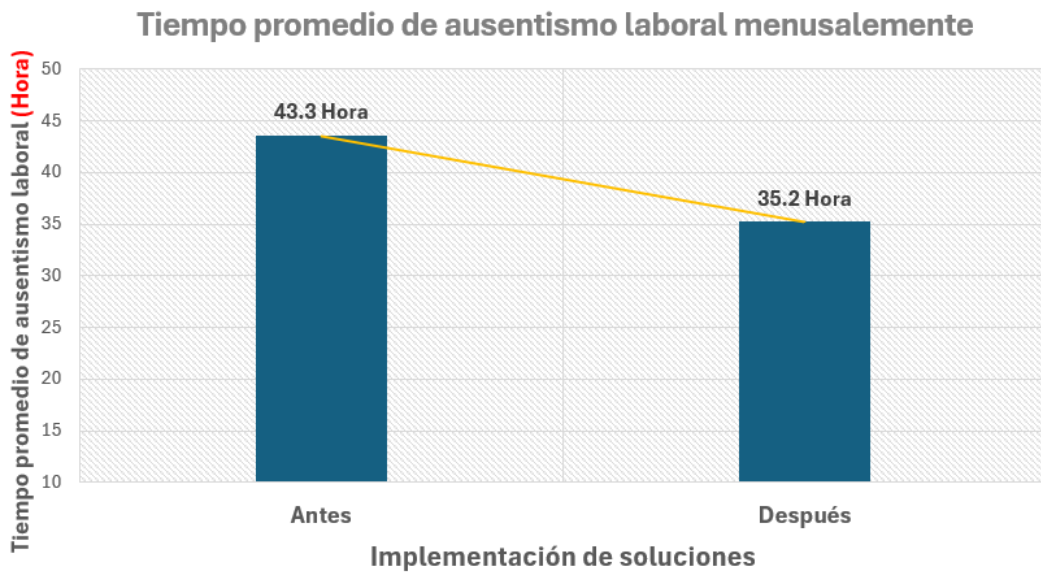
Equipos			
Recurso	Costo Unitario	Reducción de cantidad	Costo Anual
Camiones	\$1.200/camión	1 camión	\$14,400.00
Consumo eléctrico carretilla	\$0,90/Kwh	3.476.7 Kwh/Año	\$3,129.00
Total	-	-	\$17,529.00

Tabla 3.4*Costos operacionales totales ahorrados*

AHORROS	
Mano de obra	\$43,860.00
Equipos	\$17,529.00
Total	\$61,389.00

En el ámbito social, hemos estado monitoreando las horas de ausentismo mensuales de los trabajadores del área de recepción para evaluar rendimiento en sus actividades. Gracias a las mejoras implementadas, logramos reducir un 19% de las horas de ausentismo en el mes tal como se muestra la figura 3.4, pasamos de 43.33 a 35.2 horas mensualmente. Lo que representa un progreso positivo en la asistencia y productividad de los trabajadores.

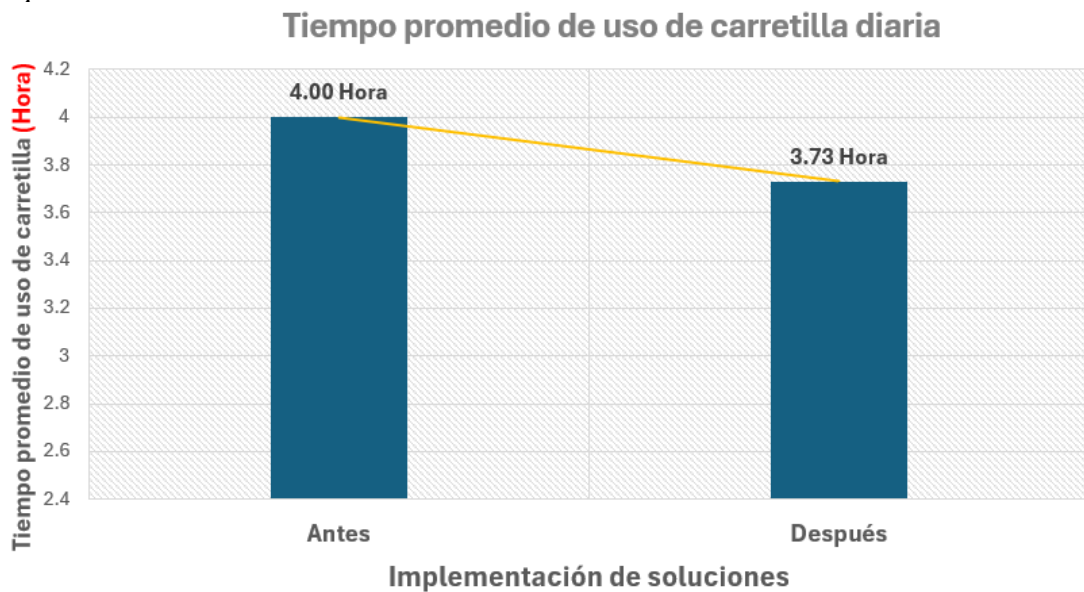
Figura 3.4*Tiempo promedio de ausentismo laboral mensualmente*



Por último, tal como muestra la figura 3.5, tenemos una reducción de porcentaje en el aspecto ambiental, la cual fue un ahorro en el consumo energético por parte de las carretillas, pues, con las mejoras implementadas se redujo movimientos innecesarios al momento de liberar el producto, pasamos de 4 horas a 3.73 horas de uso diario, es decir una reducción del 6.7%.

Figura 3.5

Tiempo promedio de uso de carretilla diaria



Capítulo 4

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

En este proyecto, se planteó como objetivo general reducir el tiempo de recepción por camión en el área de recepción del centro de distribución en un 20%, pasando de un promedio de 83 minutos a 67 minutos en un plazo de tres meses, mediante la implementación de la metodología DMAIC. A lo largo del estudio, se identificaron y abordaron las principales causas que contribuían a los largos tiempos de recepción, logrando una mejora significativa en el proceso.

Nuestro proyecto se enfocó en identificar las causas raíz de los tiempos elevados de recepción del centro de distribución, abordamos e identificamos la fuente original del problema. También, se propusieron soluciones que satisfagan las necesidades del cliente, con el objetivo de mejorar los tiempos de recepción por camión. Además, se desarrolló simulaciones del que pasaría si se implementarán las soluciones.

El primer objetivo específico fue cumplido mediante un análisis detallado de las expectativas y requerimientos de los clientes. Utilizando encuestas y datos de retroalimentación, se definieron las características de calidad que debían ser prioritarias en el proceso de recepción, las cuales fueron el tiempo de recepción por camión, porcentaje de ausentismo de los trabajadores, y el consumo energético de carretillas. Este enfoque permitió alinear las soluciones propuestas con las necesidades reales de los clientes, asegurando que las mejoras implementadas respondieran efectivamente a sus expectativas.

El segundo objetivo específico se logró cumplir al identificar en la etapa de medición que, de los 83 minutos que tarda en receptor un camión, el 84% del total de tiempo se toma en las actividades de descarga y evacuación. Para abordar estas causas, se propusieron soluciones como

la implementación de un sistema de descarga automatizado, el uso de conos plásticos para la identificación de productos, y un sistema de reconocimiento de etiquetas con cámaras.

El tercer objetivo específico se logró mediante la evaluación de las soluciones seleccionadas que incluyeron la automatización del proceso de descarga, la identificación de productos mediante conos de colores, y el reconocimiento de etiquetas con cámaras. Estas soluciones fueron elegidas por el gran impacto que generaban para la reducción del tiempo de recepción de producto terminado, además traía como consecuencia ahorros significativos en el aspecto económico, mejoras en el aspecto social y medioambiental.

El cuarto objetivo específico fue logrado mediante simulaciones y mejoras que determinaron su impacto y evaluación de su efectividad. Las soluciones propuestas fueron simuladas para predecir su impacto antes de la implementación completa. Finalmente, la implementación de estas mejoras llevó a una reducción del tiempo de recepción de 83 minutos a 62 minutos, superando el objetivo general de reducción del 20% y alcanzando una disminución aproximada del 25%. Además, se logró reducir las horas de ausentismo laboral de 43 horas a 35 horas, por último, se redujo el consumo energético de las carretillas pasando de 51.891 Kwh a 48.414 Kwh.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda evaluar la propuesta de establecer una ventana horaria para la asignación y programación de los horarios de llegada de camiones. Implementar un modelo de asignación adecuado puede optimizar la logística del centro de distribución al garantizar una distribución más eficiente de los recursos y reducir los tiempos de espera. Este enfoque permitirá una mejor planificación y gestión de los procesos, contribuyendo a un flujo continuo y eficiente en la recepción de camiones.

Es esencial organizar reuniones periódicas con todo el personal involucrado en el proceso de recepción para discutir la solución implementada. Estas reuniones deben centrarse en asegurar una comunicación fluida y una coordinación efectiva entre los miembros del equipo

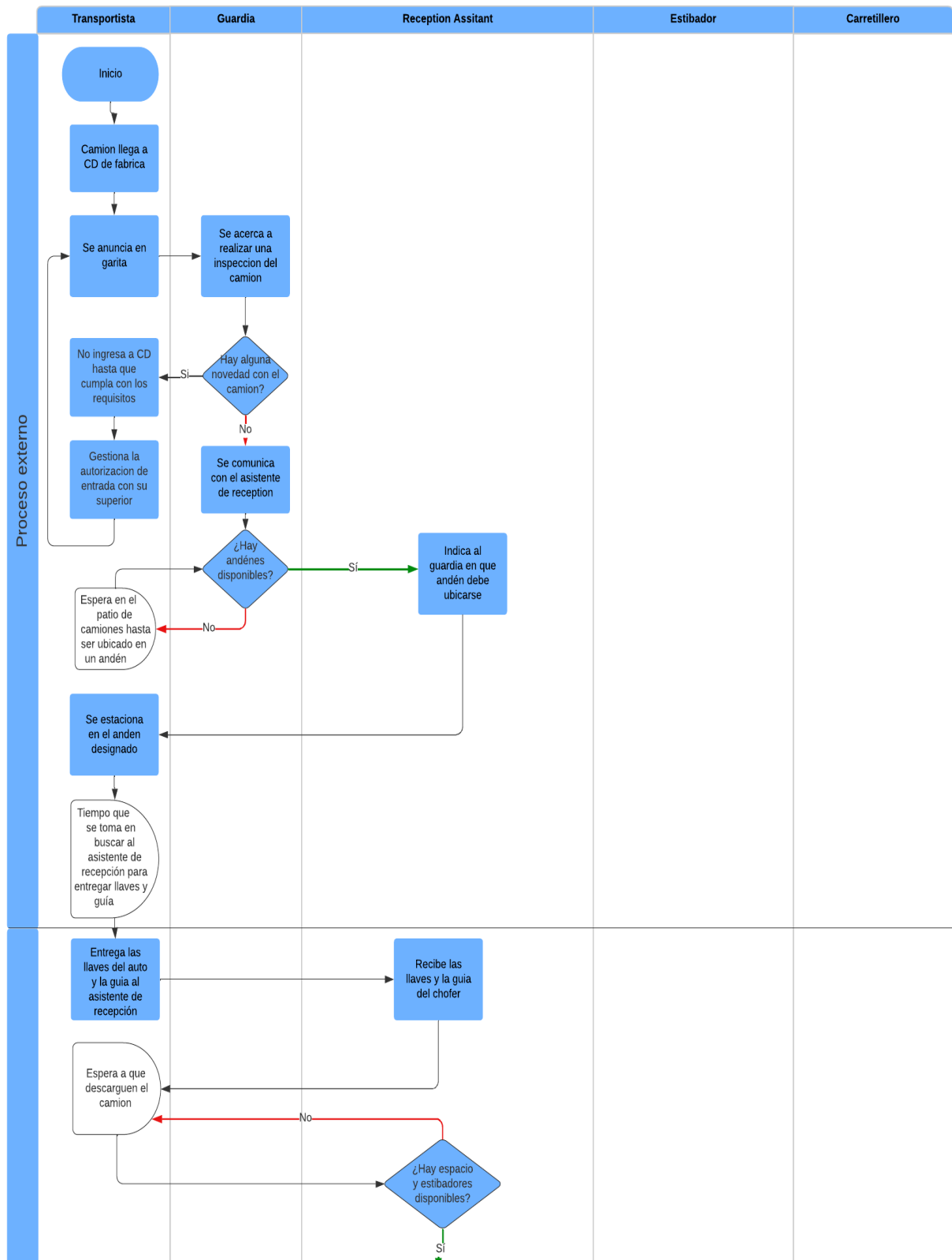
Se debe ampliar el análisis de las actividades y procesos en las fábricas que envían productos al centro de distribución. Optimizar los procedimientos en las fábricas contribuirá a una recepción más eficiente y a una reducción de los tiempos de espera en el centro de distribución.

Es crucial mantener una cultura de mejora continua en todas las áreas de la empresa. Esta cultura debe abarcar todas las áreas de trabajo, promoviendo la identificación constante de oportunidades para mejorar los procesos y operaciones. Fomentar una mentalidad orientada hacia la mejora continua ayudará a asegurar que los estándares de calidad y eficiencia se mantengan y se eleven con el tiempo, contribuyendo al éxito a largo plazo de la empresa.

Referencias

- González González, H., & Escobar Prado, C. A. (2021). Aplicación de la herramienta SIPOC a la cadena de suministro interna de una empresa distribuidora de medicamentos, *Revista Lumen Gentium*, 5(2), 119-134. <https://doi.org/10.52525/lg.v5n2a8>
- Pérez-Domínguez, L. A., Pérez-Blanco, J. J., García-Villalba, L. A., & Gómez-Zepeda, P. I. (2020). Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. *Mundo FESC*, 10(19), 55–66. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.508>
- Douglas C. Montgomery, "Statistical Quality Control", 7th ed. Wiley, 2012, 2012 M05 29
- González González, H., & Escobar Prado, C. A. (2021). Aplicación de la herramienta SIPOC a la cadena de suministro interna de una empresa distribuidora de medicamentos. *Revista Lumen Gentium*, 5(2), 119–134. <https://doi.org/10.52525/lg.v5n2a8>
- Gómez, J. I. (2007). Ley de Pareto: 80/20. *Madrid: Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas*.
- D. Burgasí, D Cobo, K. Pérez Karen, R. Pilacuan, M. Rocha, "el diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años", *TAMBARA*, Edición 14, No. 84, pp. 1212-1230, Feb, 2021

Apéndice A



Proceso de recepción

