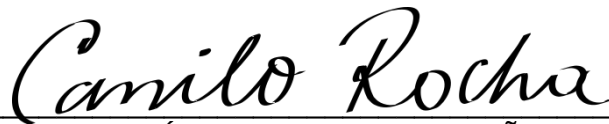


Nota de Aceptación:

Proyecto de Diseño Aprobado, en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana Cali para optar el título de Ingeniero Industrial.



HERNÁN CAMILO ROCHA NIÑO
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias



JORGE ENRIQUE ÁLVAREZ PATIÑO
Director Carrera Ingeniería Industrial



DIANA ISABEL BARÓN MALDONADO
Director(a) Proyecto de Diseño



JULIO CÉSAR LONDOÑO
ORTEGA
Jurado 1



CS Scanned with CamScanner

LUIS HERNANDO GARZÓN

Jurado 2

Santiago de Cali, noviembre 21 de 2021

Ingeniero

Jorge Enrique Álvarez Patiño

Director Carrera de Ingeniería Industrial

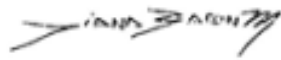
Pontificia Universidad Javeriana

Cali

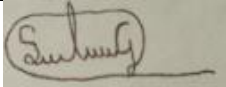
Asunto: Carta de aval para entrega final Proyecto de Diseño 2021 107

Por medio de la presente doy aval para la entrega final a la carrera, del documento que soporta el Proyecto de diseño 2020107, bajo mi dirección, desarrollado por los estudiantes Santiago Gómez, Andrés Otero, Camila Correa y Alejandro Hernández “Rediseño de los procesos de alistamiento y despacho de mercancías de una empresa agroquímica de Cali”.

Cordialmente



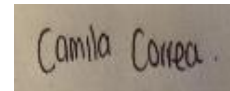
Director de proyecto



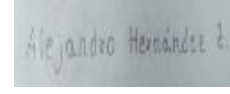
Estudiante 1



Estudiante 3



Estudiante 2



Estudiante 4

Santiago de Cali, 11 de Noviembre de 2021

Profesores

Álvaro Figueroa Cabrera y Diana Isabel Barón Maldonado

Director

Jorge Enrique Álvarez Patiño

Facultad Ingeniería Industrial

Universidad Pontificia Javeriana

Cali

Asunto: Certificación

La presente tiene como fin certificarles que los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Javeriana de la ciudad de Santiago de Cali que relacionamos a continuación así:

NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD (CC)
Andrés Felipe Otero Botero	1107514996
Santiago Gómez Ramírez	1193375702
Alejandro Hernández Zapata	1115193893
María Camila Correa Rojas	1061808126

Realizaron en LA EMPRESA el análisis detallado de los procesos de alistamiento y despacho de pedidos de la compañía con el fin de mejorar los tiempos de entrega de las ordenes de pedido recibidas en el área de Gestión de Operaciones, con su trabajo de grado "Rediseño de los procesos de alistamiento y despacho de mercancías de una empresa agroquímica de Cali", la cual cumplieron de manera satisfactoria de acuerdo con lo requerido por la Universidad.

Atentamente,


RAÚL ANDRÉ BORJA PRADO.
Representante legal.
CIBOCHEM S.A.S.





Rediseño de los procesos de alistamiento y despacho de mercancías de una empresa agroquímica de Cali

Andrés Felipe Otero Botero 1^{a,c}, Santiago Gómez Ramírez 2^{a,c}, Alejandro Hernández Zapata 3^{a,c}, María Camila Correa Rojas 4^{a,c}

Diana Isabel Barón Maldonado^{b,c}, Carlos Alberto Olarte Meneses

^aEstudiante de Ingeniería Industrial
Diana Isabel Barón Maldonado, Departamento de Ingeniería Civil e Industrial
^cPontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia
^dÁrea de Logística

Resumen en español

Este trabajo se realizó con el fin de hacer una propuesta de rediseño de los procesos de alistamiento y despacho de una empresa comercializadora de agroquímicos de la ciudad de Cali. El planteamiento y el desarrollo de la propuesta se ha realizado con la metodología DMAIC, la cual comprende las etapas, definir, medir, analizar, mejorar y controlar el problema detectado. Para comenzar, se hizo una búsqueda minuciosa de la problemática dentro de las bodegas de LA EMPRESA, en esta se encontró que la empresa cuenta con un deficiente procesamiento de pedidos el cual repercute en un alto índice de incumplimientos en las entregas de pedidos, es decir que no llegan en el tiempo esperado para cada destino. Resulta importante abordar esta problemática porque el 59% de los pedidos llegan retrasados, en promedio el retraso es de 2.5 días, lo cual se ve reflejado en: reclamos por parte de los clientes y pérdida de imagen de LA EMPRESA de cara a sus clientes. Para resolver el problema se realizó un estudio del sistema actual empleando el modelo de LA TRIADA, y midiendo indicadores de desempeño como el OTIF, la utilización de la mano de obra y el tiempo de procesamiento de pedido. Mediante los 5 Porqués se encontró la causa raíz del problema y con la técnica AHP se identificó que para resolverlo era necesario identificar las actividades que no agregan valor, eliminarlas, realizar una propuesta de rediseñar los procesos de logística de salida de LA EMPRESA incluyendo una mejor utilización de los recursos físicos empleando el modelo de LA TRIADA y realizar un modelo de asignación de productos en estanterías basado en el COI. Con estas acciones se espera lograr alcanzar un cumplimiento del 95% en el indicador OTIF y 90% en la utilización de la mano de obra. La propuesta de rediseño y el modelo de asignación serán validados mediante un modelo de simulación y encuestas a los grupos de interés.

Abstract

This work was carried out in order to make a proposal for the redesign of the enlistment and dispatch processes of an agrochemical trading company in the city of Cali. The approach and development of the proposal has been carried out with the DMAIC methodology, which includes the stages, define, measure, analyze, improve and control the detected problem. To begin, a meticulous search was made of the problem within THE COMPANY'S warehouses, in which it was found that the company has a high rate of non-compliance in the delivery of orders, that is, they do not arrive in the expected time for each destination. It is important to address this problem because 59% of orders arrive late, which is reflected in: claims by customers and loss of image of THE COMPANY with its customers. To solve the problem, a study of the current system was carried out using the LA TRIADA model, and measuring performance indicators such as the OTIF, the percentage of perfect deliveries and the utilization of the workforce. Through the 5 Whys, the root cause of the problem was found and through the AHP method it was identified that to solve it it was necessary to identify the activities that do not add value, eliminate them, make a proposal to redesign the outbound logistics processes of THE COMPANY using the model of LA TRIADA and carry out a model for the allocation of products on shelves based on the IOC. With these actions, it is expected to achieve a compliance of 95% in the OTIF indicator, 70% in the

indicator of perfect deliveries and 90% in the utilization of the workforce. The redesign proposal and the allocation model will be validated through a simulation model and stakeholder surveys.

Palabras claves: Entregas a tiempo, logística de salida, rediseño de procesos logísticos, modelo de la TRIADA.

Tabla de contenido

I. PROJECT CHARTER	5
II. DEFINIR	7
Contexto y Justificación (¿por qué?)	7
Grupos de interés (¿Quiénes son los actores interesados?)	11
Requerimientos	13
MEDIR	14
Plan de recolección de datos	14
Medición del sistema	15
IV. ANALIZAR	25
A. Análisis de Causas	28
literatura	28
B. Revisión de literatura	28
C. Exploración de ideas y selección de alternativa	30
D. Objetivos	35
E. Plan de trabajo (PdT)	35
V. MEJORAR	37
A. Desarrollo del diseño de la solución	37
B. Validación del diseño propuesto	55
VI. CONTROLAR	59
A. Medición de los impactos	59
B. Estandarización de la solución - POE'S (plan de control)	62
C. Conclusiones	65
D. Recomendaciones	66
VII. GLOSARIO	66
VIII. REFERENCIAS	67
IX. ANEXOS	68

Índice de Tablas

TABLA I. VOLUMEN DE OCURRENCIA MENSUAL DE FALLOS AÑO 2020	9
TABLA II. PONDERACIÓN DE PODER E INTERÉS	12
TABLA III. CLASIFICACIÓN DE LOS GRUPOS DE INTERÉS	12
TABLA IV. REQUERIMIENTOS DE LOS GRUPOS DE INTERÉS	14
TABLA V. INDICADORES DE DESEMPEÑO A MEDIR	15
TABLA VI. CONSOLIDADO DE ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS COLABORADORES	19
TABLA VII. CUMPLIMIENTO EN LAS ENTREGAS 2020 Y 2021	20
TABLA VIII. INDICADOR OTIF AÑO 2020 Y 2021	22
TABLA IX. TIEMPO ESTÁNDAR POR ACTIVIDAD EN MINUTOS	24
TABLA X. RESULTADO DE INDICADORES DE DESEMPEÑO	24

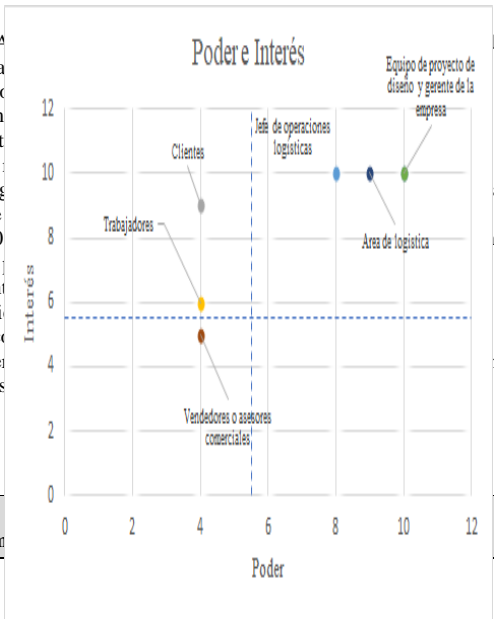
TABLA XI. CINCO PORQUÉS	
27	
TABLA XII. ALTERNATIVAS PROPUESTAS	
32	
TABLA XIII. PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS	33
TABLA XIV. PONDERACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	
33	
TABLA XV. PLAN DE TRABAJO	36
TABLA XVI. DUPLICIDAD DE ACTIVIDADES DE LOS COLABORADORES DE LA EMPRESA	39
TABLA XVII. DUPLICIDAD DE ACTIVIDADES DE LOS COLABORADORES DE LA TRANSPORTADORA	40
TABLA XVIII. UBICACIONES ÓPTIMAS DE LA FAMILIA DE PRODUCTO	45
TABLA XIX. CONSOLIDADO DE ACTIVIDADES ELIMINADAS	49
TABLA XX. CONSOLIDADO DE LAS NUEVAS CARGAS POR ACTIVIDAD	50
TABLA XXI. PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE LA MANO OBRA	52
TABLA XXII. SIMULACIÓN DEL INDICADOR OTIF	57
TABLA XXIII. INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA	58
TABLA XXIV. INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA	59
TABLA XXV. TABLA DE INVERSIÓN	60
TABLA. XXVI FLUJOS E INDICADORES ANALIZADOS	60
TABLA. XXVII. PLAN DE CONTROL	62
TABLA. XXVIII. ANEXOS	68

Índice de Figuras

<i>Fig. 1. PIB del sector agroindustrial mod. [2]</i>	7
<i>Fig. 2. Producción agroquímica mod. [3]</i>	8
<i>Fig. 3. Millones de dólares importados mod. [4]</i>	8
<i>Fig. 4. Errores en los envíos de los pedidos del 2020</i>	10
<i>Fig. 5. Costos producto dañado o vencido 2020</i>	11
<i>Fig.6 Costo reenvío de producto año 2020</i>	11
<i>Fig. 7. Gráfica de poder vs interés</i>	13
<i>Fig. 8. Pasos del ciclo PHVA de La TRIADA</i>	16
<i>Fig. 9. Mapa de procesos [15]</i>	17
<i>Fig. 10. Diagrama SIPOC Proceso Gestión de Operaciones [16]</i>	17
<i>Fig. 11. Diagrama de Flujo Proceso Gestión de Operaciones</i>	18
<i>Fig. 12. Caracterización de tiempos de llegada</i>	20
<i>Fig. 13. Gráfico de control de los tiempos de entrega</i>	21
<i>Fig. 14. Histograma de diferencia de medias en los tiempos de entrega</i>	22
<i>Fig. 15. Comportamiento OTIF por mes, año 2021</i>	23
<i>Fig. 16. Diagrama de Ishikawa</i>	25
<i>Fig. 17. Zona de carga de LA TRANSPORTADORA</i>	26
<i>Fig. 18. Almacén de LA EMPRESA</i>	27
<i>Fig. 19. Exploración de ideas, método SCAMPER</i>	31
<i>Fig. 20. Comparación de ingreso de datos manual vs código de barras [26]</i>	34
<i>Fig. 21. Elevador gato estibador Bf550x900 para 2,5 Ton(Toneladas)[28]</i>	34
<i>Fig. 22. Diagnóstico Estado Inicial [17]</i>	38
<i>Fig. 23. Diagrama de Spaghetti</i>	43
<i>Fig. 24. Representación gráfica de la bodega de LA TRANSPORTADORA</i>	46
<i>Fig. 25. Representación gráfica de las ubicaciones de las estanterías</i>	46
<i>Fig. 26. Diseño de la bodega [17]</i>	47
<i>Fig. 27. Etapas de la planeación operativa</i>	48
<i>Fig. 28. Entradas y salidas de la planeación operativa</i>	48

Fig. 29. Caracterización Gestión de Operaciones	49
Fig. 30. Organigrama actual del área gestión de operaciones de LA EMPRESA	
51	
Fig. 31. Estructura del nuevo organigrama	52
Fig. 32. Mala ruta para picking	54
Fig. 33. Buena ruta de picking	54
Fig. 34. Representación gráfica del modelo	56
Fig. 35. Tiempo unitario de procesamiento de pedidos del modelo	
56	
Fig. 36. Resultados antes de la mejora	56
Fig. 37. Resultados después de la mejora	56
Fig. 38. Flujoograma sobre el uso del modelo	64

I. PROJECT CHARTER

Descripción(Business case)	Planteamiento del problema(Problem statement)		
<p>LA Ca pro im int la reg de 20 el en cli acc per los</p> 	<p>Deficiente procesamiento de pedidos el cual tiene como consecuencia el incumplimiento en los tiempos de entrega que ocasionan que el 59% de los pedidos lleguen retrasados, viéndose reflejado en: reclamos por parte de los clientes y pérdida de imagen de LA EMPRESA. Sobrecostos por reenvío de productos con promedio mensual de \$182 426 en el año 2020. (Anexo 4).</p>		
<p>Im</p>	<p>Restricciones</p>	<p>Especificaciones</p>	<p>Marco legal</p>
	<p>Equipo de Proyecto de Diseño</p>	<p>Obtener información precisa, veraz y a tiempo de LA EMPRESA .</p>	<p>Acuerdo de confidencialidad con LA EMPRESA</p>

					Aumentar el indicador de las entregas perfectas superior al 95%: entregas completas a tiempo y eficiencia en costos.	N/A
				Jefe de Operaciones Logísticas	Mejorar la planeación para cumplir los plazos de entrega para disminuir entregas retrasadas hasta que sean un 5% en el total de entregas y aumentar el nivel de satisfacción del cliente respecto a las entregas	N/A
				Clientes(agricultores)	Cumplir con la demanda exigida en el tiempo acordado, logrando satisfacción del cliente.	Ley 1480 de 2011, estatuto del consumidor [11]
				Empleados	Adecuada distribución de carga de trabajo y actividades estandarizadas.	Código sustantivo del trabajo artículo 161 de 2012 [12]
				Vendedores o asesores comerciales	Cada pedido de cada tipo de referencia debe ser cumplido en el tiempo y cantidad establecida. Sistema con información actualizada de las cantidades en inventario de cada referencia.	Ley 822 de 2003, artículo 30, literal 9 [13]

Indicadores de Desempeño (KPI's)

Requisito	Variable	Actual	Meta
Cumplimiento de pedidos en el tiempo y cantidad acordada.	Tiempos de entrega y cantidad entregada	OTIF = 61,3%	OTIF = 85% - 95%
Mejora de los indicadores de rendimiento de la mano de obra en el proceso logístico	Rendimiento de la mano de obra	Utilización de la MO = 99,056%	Utilización de la MO = 80% - 90%

Disminuir el tiempo de procesamiento de pedidos	Tiempo de procesamiento	Tiempo de procesamiento = 33,6 minutos	Tiempo de procesamiento = 25-30 minutos			
Objetivo general (Goal statement)						
Rediseñar el sistema de procesamiento de pedidos en una empresa agroquímica, con el fin de disminuir el incumplimiento en los tiempos de entrega mediante la estandarización y el manejo de inventarios.						
Objetivos específicos (Project scope)	Actividades	Área IISE	Herramienta	#	Entregable	Fecha
Caracterizar el sistema actual de procesamiento de pedidos e identificar actividades que no agreguen valor	Evaluar el sistema actual de procesamiento de pedidos	Diseño y medición del trabajo	Diagnóstico TPM	F	Diagnóstico del sistema actual de Logística de Salida. Informe de las actividades críticas del proceso y como mejorar su desarrollo.	mar 24/08/21
			LA TRIADA (paso 2 diagnóstico del estado inicial)			
			Diagrama de spaghetti del proceso de picking			
Diseñar un plan para mejorar el desempeño del sistema de procesamiento de pedidos..	Desarrollar una propuesta de mejora al proceso de alistamiento de LA EMPRESA	Ingeniería de instalaciones y gestión energética	Principios de picking	E	Nueva política de alistamiento de picking, con una mejor utilización de los recursos físicos.	vie 01/10/21
			LA TRIADA (paso 3 de rediseño de elementos)			
			TPM			
Diseñar un modelo de programación lineal para la asignación de productos en estanterías.	Realizar el modelo de programación lineal para la asignación de productos en estanterías teniendo en cuenta el sistema actual y la propuesta	Análisis de investigación de operaciones	AMPL	B	Planteamiento del modelo de asignación, función objetivo y restricciones	vie 22/10/21
	Desarrollar un diseño de la propuesta con base a un modelo de programación lineal para asignación de productos en estanterías.	Análisis de investigación de operaciones	Flexsim		Propuesta de diseño de la asignación de productos en estanterías	
Validar la propuesta de diseño con respecto a los requerimientos de los grupos de interés.	Crear un modelo que represente el Sistema de Procesamiento de Productos con base en las propuestas de mejora, teniendo en cuenta las nuevas ubicaciones de los productos en las estanterías	Análisis de investigación de operaciones	Flexsim	M	Resultado del modelo propuesto vs la situación actual	mar 16/11/21

II. DEFINIR

A. Contexto y Justificación (¿por qué?)

Las condiciones geográficas de Colombia, la diversidad de climas generada por los pisos térmicos y la alta biodiversidad son factores que incentivan la proliferación de plagas que destruyen los cultivos; es por esto que desde 1962 el país inició la importación y producción de productos agroquímicos. La demanda del producto fue tan grande que de 1980 a 1995 su producción aumentó un 142% pasando de 24 200 toneladas en 1980 a 34 352 toneladas en 1995 y la demanda continúa aumentando en la actualidad, puesto que el sector agrícola es uno de los principales motores económicos en el país [1]. En el año 2018 el PIB total del sector agroindustrial creció un 2,5% respecto al año 2017 como se puede observar en la Fig.1. [2]. Según Procolombia, el

crecimiento de sector agroindustrial viene respaldado con un incremento del 7,14% en la producción de agroquímicos, es decir que aumentó de 1694 millones de dólares en 2017 a 1815 millones de dólares en 2018 tal como se puede observar en la Fig.2 [3].

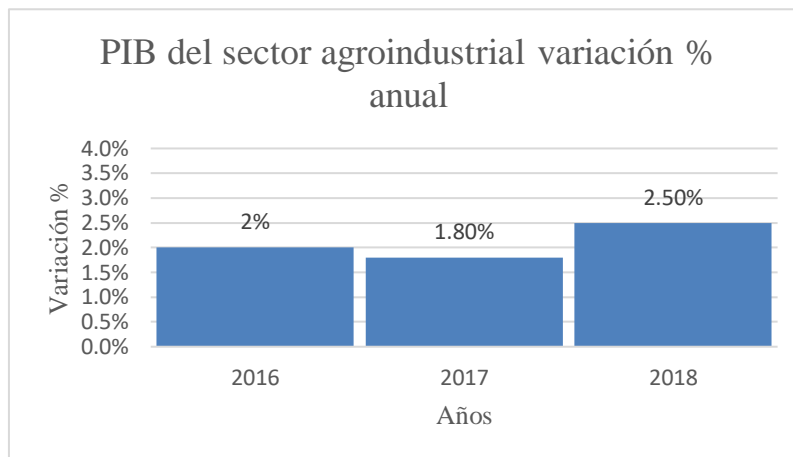


Fig. 1. PIB del sector agroindustrial mod. [2]

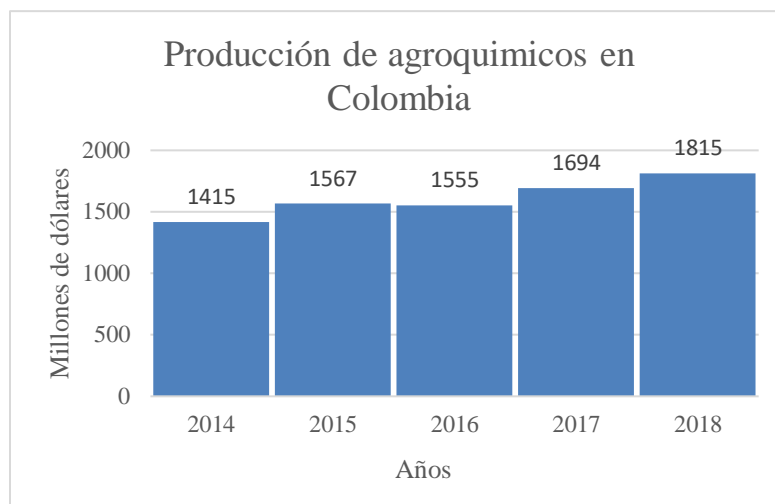


Fig. 2. Producción agroquímica mod. [3]

Por otra parte, es importante resaltar que las importaciones de productos agroquímicos son mayores que las exportaciones, según Procolombia en el 2018 se exportaron 436 millones de dólares y se importaron 856,3 millones de dólares [3], los principales importadores fueron China, Estados Unidos e India. En la primera mitad del año 2020 el 39% de las importaciones que ingresan a Colombia son de China, el 13% son de Estados Unidos y el 5% son de India, estos porcentajes equivalen a 17 500, 5850 y 2300 toneladas respectivamente. En la Fig.3. se puede evidenciar a cuánto equivale en millones de dólares esas cantidades [4].

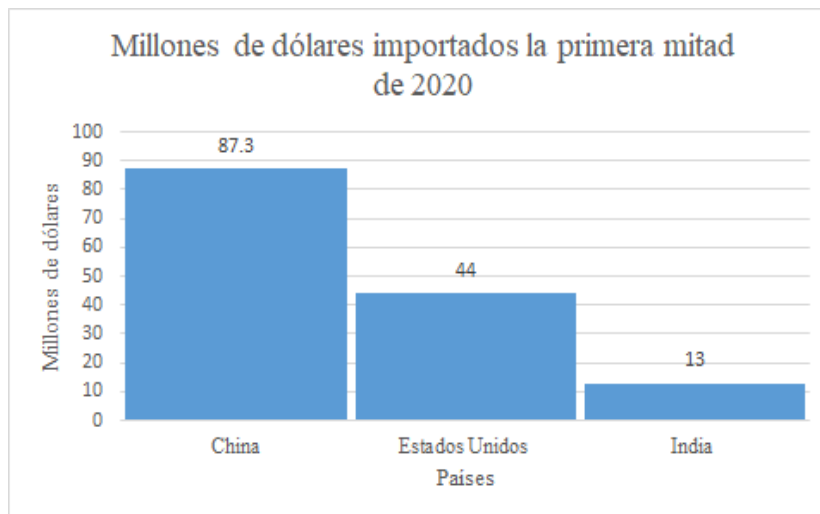


Fig. 3. Millones de dólares importados mod. [4]

Los principales productos agroquímicos son: fungicidas, insecticidas, acaricidas, nematocidas, rodenticidas y fertilizantes. No obstante, algunos productos contaminan el medio ambiente y son nocivos para la salud, es por esto que se han desarrollado nuevos procesos, empleando la bioquímica para brindar diferentes alternativas en la agroindustria. La bioquímica utiliza residuos orgánicos sobrantes de procesos agrícolas e industriales, con el fin de generar valor agregado. El mercado mundial de productos valoró la industria bioquímica en 60,3 mil millones de dólares en 2015 y en el 2020 alcanzó un valor de 81,1 mil millones de dólares, razón por la cual muchas empresas internacionales motivadas por el crecimiento exponencial del sector bioquímico ingresaron al mercado y han exportado sus productos hacia Colombia [5].

Para el desarrollo del presente proyecto se tomó como eje central las operaciones de una empresa aliada con marcas productoras de bio químicos y agroquímicos, pero por motivos de confidencialidad la compañía será nombrada como “LA EMPRESA”. LA EMPRESA se fundó en 2010 en la ciudad de Cali, tiempo después de que el fundador y creador terminara su contrato con otra compañía comercializadora de agroquímicos. LA EMPRESA es una filial comercial de marcas chinas e indias, con presencia mundial en más de 80 países. LA EMPRESA importa productos terminados de estas compañías internacionales y de materias primas sin marca para realizar la maquila con un tercero y poder ser distribuidos en varias regiones de Colombia. El proceso de la empresa se basa, primeramente, en confirmar lo que producirán las fábricas internacionales ejecutando un Sales and Operation Plan. Luego, llega la mercancía al puerto de Buenaventura para ser enviada a una bodega externa dentro de la ciudad donde una TRANSPORTADORA realiza el proceso de carga en una plataforma crossdocking y por último, se hacen los despachos de acuerdo a las ventas realizadas. Actualmente, LA EMPRESA posee una sede en la ciudad de Cali y para la ejecución de importación y distribución contrata a empresas tercerizadas.

LA EMPRESA a lo largo de sus 10 años de experiencia ha buscado llevar al agro a otro nivel a través de productos bioestimulantes y de protección de cultivo [6]. Por esta razón, la compañía debe aplicar correctamente procesos logísticos para gestionar su inventario y distribuirlo a todos sus clientes localizados en diferentes regiones de Colombia. Crear y mantener vínculos de confianza con los clientes es un factor fundamental para que LA EMPRESA siga creciendo y fomentando relaciones redituables. Orrego [7] investigador en temas de logística menciona que la satisfacción de las necesidades del cliente es uno de los objetivos principales de la logística y cuando una empresa no puede ofrecer un producto a su cliente en el momento, lugar, cantidad y características deseadas se produce una ruptura de stock. Esta ruptura de stock implica un costo elevado por dos motivos: supone una venta potencial no realizada; y, la empresa pierde imagen de cara a su cliente, comprometiendo de esta manera las ventas futuras. Por esta razón, la implementación de un sistema de distribución óptimo es esencial para evitar cualquier tipo de pérdida que pueda significar un costo representativo a la empresa en un futuro.

LA EMPRESA ha presentado fallas en la entrega de pedidos puesto que hay mercancía que ha llegado a su destino, en plazos de entrega mayores a los acordados y en cantidades que no son las que el cliente ha solicitado. LA EMPRESA ha proporcionado las

remisiones de los pedidos del 2020 (Anexo 4 Remisiones del 2020), con las cuales fue posible registrar detalladamente el volumen de la ocurrencia e incidencia de fallos en la entrega de los pedidos y los costos que estos representan. En la Tabla 1 es posible observar el volumen de ocurrencia mensual de cada uno de los fallos mencionados anteriormente, en contraste con el volumen total de ventas mensual.

TABLA I
VOLUMEN DE OCURRENCIA MENSUAL DE FALLOS AÑO 2020

Me s	Total pedidos	Pedidos atrasados	Pedidos que no cumplen con la cantidad	Pedidos dañados o vencidos	Pedidos mal Documentados (Etiquetado)
1	60	34	10	3	4
2	79	43	7	3	5
3	11	7	1	1	1
4	44	36	3	0	4
5	74	46	4	0	3
6	40	34	1	0	2
7	67	37	3	0	4
8	77	49	4	0	5
9	122	60	4	1	2
10	144	82	7	2	0
11	136	77	5	0	1
12	55	31	2	1	0
Tot al	909	536	51	11	31

Cómo es posible evidenciar que el 85.21% del total de los fallos en los envíos presentados en el 2020 corresponden a pedidos que son entregados en fechas posteriores a las acordadas con los clientes. El 8.11% de los fallos totales corresponden a pedidos que no cumplen con la cantidad solicitada, el 1.75% pedidos sufrieron daños o fueron entregados vencidos a los clientes y el 4.93% de los fallos totales en los pedidos se deben a productos entregados con fallas en el etiquetado, lo cual le impide que el cliente verifique que está recibiendo el producto con las especificaciones que solicitó. Teniendo en cuenta el total de los pedidos realizados en el 2020 fue de 909 y se presentaron 536 pedidos que llegaron atrasados se puede afirmar que el 59% de los pedidos enviados en el 2020 no llegaron en la fecha estipulada con el cliente. En la Fig.4 se puede observar la incidencia de los fallos en los envíos de los pedidos.

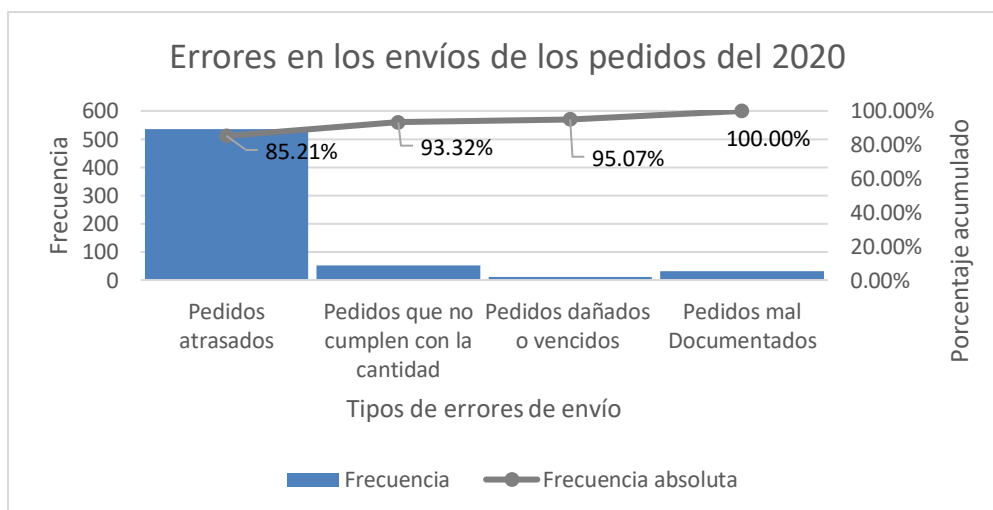


Fig. 4. Errores en los envíos de los pedidos del 2020 mod. [24]

También es importante resaltar que en los únicos gastos que incurre la empresa cuando hay fallas en los pedidos enviados es en los fletes para reenviar el producto si la cantidad que recibe el cliente no es la solicitada y en caso de que el producto esté vencido o dañado es necesario reembolsar el valor del pedido al cliente y reenviar nuevamente el producto. A pesar de que los retrasos en las entregas no generan gastos económicos, si se perjudica la imagen de la empresa, al igual que la satisfacción de los clientes tal como afirma [7]. La mayor pérdida económica de la empresa en cuanto a fallos en la entrega de pedidos se debe a que en el mes de febrero del 2020 un cliente devolvió 2425 litros de Pilar Mectin (un insecticida) valorados en \$20 000 000(Fig. 5.), puesto que estaba vencido, y el costo de los productos dañados equivale a un 0,37% del total de ventas del año 2020. Por esta razón, la empresa implementó un sistema de WMS (Sistema de gestión de almacenes) y se disminuyeron notablemente las pérdidas económicas generadas por la entrega de productos vencidos o dañados. Además, los costos por reenvío de mercancías también disminuyeron gradualmente después de que se implementara el WMS en el mes de Agosto (mes 8). En la Fig.5 y Fig.6 se ilustran los costos por fallos en los envíos.



Fig. 5. Costos producto dañado o vencido 2020 mod. [24]

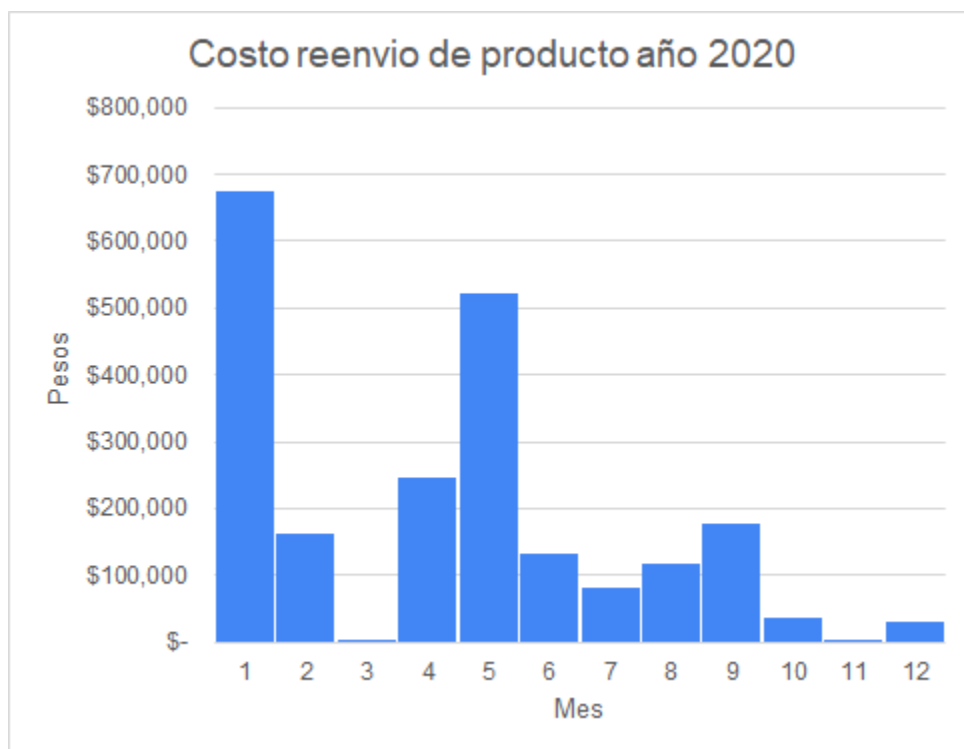


Fig.6 Costo reenvío de producto año 2020 mod. [24]

Por otra parte, los productos agroquímicos funcionan en condiciones óptimas durante 2 años [9], razón por la cual el tiempo que el producto tarda en importarse, venderse y entregarse debe ser menor a dicho periodo para que no llegue vencido a los clientes. El fallo más frecuente en la logística de salida es el retraso en los tiempos de entrega y debe solucionarse para que no sea una de las causas que contribuya a que se venzan los productos. LA EMPRESA a lo largo del 2020 (e incluso en la actualidad) ha presentado problemas con el deficiente procesamiento de pedidos el cual tiene como consecuencia el incumplimiento en los tiempos de entrega que ocasionan que el 59% de los pedidos lleguen retrasados, viéndose reflejado en: reclamos por parte de los clientes y pérdida de imagen de LA EMPRESA. Con base en estos planteamientos es pertinente intervenir el área de logística de LA EMPRESA, a pedido del gerente y con el objetivo de que el indicador de cumplimiento de pedidos sea superior al 95% a noviembre de 2021 ya que actualmente se encuentra en 61,3%, lo cual contribuirá a disminuir los reclamos, y los sobrecostos por reenvíos e inventario. Para lograrlo el equipo va a diseñar una propuesta para aumentar las entregas de pedidos en el tiempo acordado usando el modelo de La Triada, que se encuentra en el Anexo 8 Trabajo de grado La Triada PD1 2021-1-107, el cual busca mejorar el proceso, los perfiles y la estructura de la logística de operaciones de LA EMPRESA. Adicionalmente, mejorar el cumplimiento de pedidos podría aumentar la competitividad de LA EMPRESA respecto a otras compañías que también desempeñan la labor de distribuir productos agroquímicos, pues de acuerdo con el Jefe de Logística, es común que estas también tengan incumplimientos en las entregas de pedidos. Por otra parte, también se podría suponer que se disminuiría la frecuencia con la que los cultivos sufren daños generados por la falta de recursos para protegerlos, debido a incumplimientos en las entregas.

B. Grupos de interés (¿Quiénes son los actores interesados?)

Los grupos de interés también conocidos como los stakeholders son los grupos, organizaciones o individuos que influyen en el proyecto ya sea positiva o negativamente y el desarrollo de éste los afecta directamente, por eso resulta importante seleccionar adecuadamente tales grupos que además pueden clasificarse como primarios y secundarios; la primera clasificación hace referencia a los miembros que se ven afectados directamente por la ejecución del proyecto, mientras que los grupos de interés secundarios son impactados indirectamente. En el proyecto se tendrá en cuenta principalmente a los grupos primarios.

A continuación se utilizará la metodología de matriz poder e interés con el fin de identificar los grupos de interés en función de su importancia y su efecto sobre el proyecto en desarrollo; esta matriz permite diseñar estratégicamente el plan de trabajo que permitirá tener a los interesados más relevantes informados sobre el proyecto, además se utilizará una escala de 0-10 donde 0 hace referencia al interesado con menos poder o interés más bajo y 10 hace referencia al interesado con más poder o interés

TABLA II.

PONDERACIÓN DE PODER E INTERÉS

Nivel de la medición	Valor numérico
Bajo	0-5
Alto	6-10

TABLA III

CLASIFICACIÓN DE LOS GRUPOS DE INTERÉS

PARTES INTERESADAS	DESCRIPCIÓN	EFECTO (Proyecto a interesados)	PODER	INTERÉS
Equipo de Proyecto de Diseño	Grupo de estudiantes de Ingeniería Industrial encargados de elaborar un proyecto de diseño en el área logística de la empresa para el mejoramiento de inventario, distribución y redes para una mejor entrega de los productos a los clientes.	Aplicar áreas de conocimiento obtenidas en el transcurso de la carrera para llevarlas a una realidad que pueda beneficiar una compañía.	10	10
Cientes(agricultores)	Realizan los pedidos de compra de todos los productos ofrecidos por el portafolio de la empresa.	Lograr reducir la cantidad de producto que llega a destino por encima del tiempo estipulado.	4	9
Trabajadores	Personas que integran la empresa, encargadas del correcto funcionamiento de todos los procesos de la compañía.	Conocer un modelo que pueda beneficiar sus procesos que les permita aumentar su productividad.	4	6
Jefe de Operaciones Logísticas	Encargado de todas las operaciones que se relacionan con el producto, desde que se importa hasta que llega al cliente.	Dar un conocimiento de las posibles falencias que están ocurriendo en los procesos que conllevan a pérdidas y posible adaptación de una solución propuesta por medio de un modelo de productividad.	8	10
Gerente de la empresa	Encargado del manejo y control de la empresa, supervisando todos los procesos para obtener un rendimiento ideal.	Mejorar el área de logística, presentando una propuesta que permita aumentar la productividad y reducir los costos.	10	10
Área de Logística	Área de la empresa encargada de los procesos logísticos, donde se realiza el plan de compra a empresas del exterior, la importación de los productos, control de producto que llega al puerto de Buenaventura, revisión de contenedores en bodega externa en Cali y despacho del producto.	Mejorar considerablemente las operaciones logísticas, con un plan de distribución adecuado, permitiendo un ahorro en costos y entregas eficaces de producto a los clientes.	9	10
Vendedores o asesores comerciales	Encargados de tratar con los clientes, ya sea para reclamos, quejas o ventas. También llevan registro del volumen de incidencia de las ventas y reclamos de los clientes.	Mejora en la trazabilidad de los productos y actividades. Contar con un correcto despacho de los pedidos a los clientes.	4	5

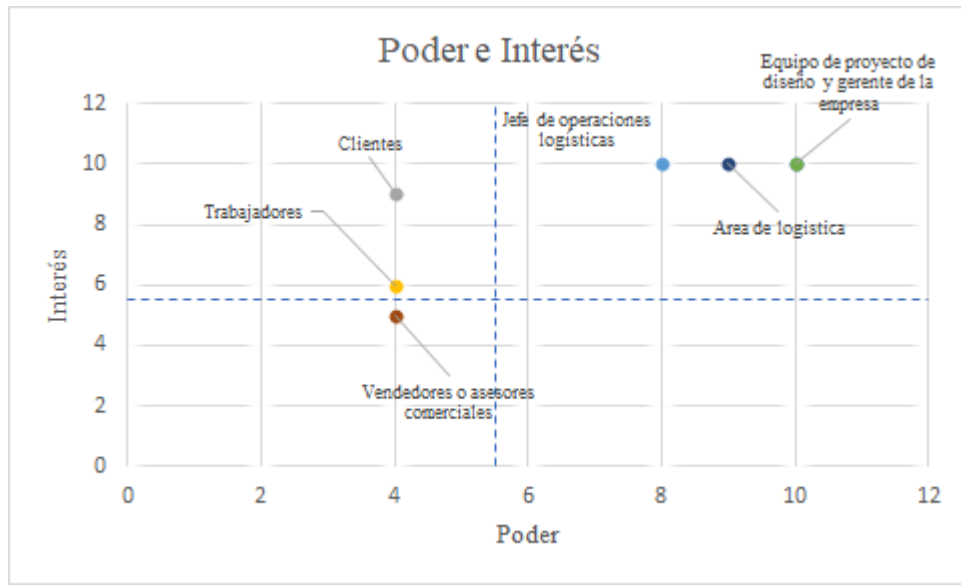


Fig. 7. Gráfica de poder vs interés

Las herramientas utilizadas permiten definir de manera jerárquica cuáles son los interesados que más se afectan en el proyecto en desarrollo. En este caso los más interesados son el equipo de diseño y el Gerente de la Empresa, pues la solución que se encuentre en el problema se refleja directamente en la eficiencia de esta, reduciendo sus tiempos de entrega y por lo tanto los retrasos de los pedidos de los clientes. Por otro lado, se encuentra el área de logística, que es el área con la que se trabajará directamente, es decir que la solución a este problema mejorará considerablemente los indicadores de eficiencia, trabajo que involucra directamente al Jefe de Logística quien es el responsable de controlar el área para garantizar el desarrollo óptimo de las operaciones.

C. Requerimientos

Para direccionar el proyecto de manera correcta dando cumplimiento y respetando las restricciones, especificaciones y normas o estándares es necesario comprender los requerimientos de todos los grupos de interés. La propuesta se orientará al cumplimiento de los requisitos de los grupos de interés. La Tabla 2 tiene la función de crear un marco de referencia adecuado para cada grupo de interés, permitiendo identificar requerimientos, restricciones y normativas. Todo lo anterior será un marco de referencia para definir el tipo de soluciones a proponer y el alcance que tendrán. Es pertinente aclarar que los requisitos de los clientes, los vendedores y los empleados provienen de fuentes teóricas, puesto que no fue posible realizar una entrevista.

TABLA IV

REQUERIMIENTOS DE LOS GRUPOS DE INTERÉS

GRUPOS DE INTERÉS	VoC (REQUISITOS GRUPOS DE INTERÉS)	RESTRICCIONES DE DISEÑO	ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	LEYES, NORMAS Y ESTÁNDARES	
				Legislación y Requisitos Aplicables	Importancia o Efecto
Equipo de Proyecto de Diseño	Que la empresa proporcione los datos y registros para llevar a cabo el proyecto	Obtener información precisa, veraz y a tiempo de LA EMPRESA	Aumentar el tiempo que LA EMPRESA proporciona para la toma de datos y realizar registros.	Acuerdo de confidencialidad con LA EMPRESA	Compromiso de los integrantes sobre la no divulgación de la información que la empresa proporciona para el desarrollo del proyecto
Gerente de la empresa	Optimización de recursos logísticos y nivel de satisfacción logística. (Anexo 3)	Ausencia de datos históricos, que faciliten la medición del problema. (Anexo 3)	Aumentar el indicador OTIF al 95%: entregas completas a tiempo y eficiencia en costos.	N/A	N/A

	Entrevista Gerente de LA EMPRESA)	Entrevista Gerente de LA EMPRESA)	(Anexo 1 Trazabilidad entregas LA EMPRESA)		
Jefe de Operaciones Logísticas	Cumplimiento de la correcta entrega de pedidos en el tiempo acordado. (Anexo 2 Entrevista al Jefe de Logística)	Errores logísticos que experimentan las transportadoras y en la bodega al preparar o entregar los pedidos (Anexo 2 Entrevista al Jefe de Logística)	Mejorar la planeación para cumplir los plazos de entrega con base en el OTIF, puesto que es el indicador que se tendrá en cuenta para el proyecto. (Anexo 2 Entrevista al Jefe de Logística)	N/A	N/A
Clientes(agricultores)	Garantizar que las entregas lleguen a tiempo, sin daños y en las cantidades requeridas [10]	Rutas de acceso que dificultan la entrega de pedidos (Jefe de Logística).	Cumplir con la demanda exigida en el tiempo acordado, logrando satisfacción del cliente.	Ley 1480 de 2011, estatuto del consumidor [11]	Confiere al cliente el acceso a una información clara y oportuna del producto y sus tiempos de entrega y las garantías que lo asisten [11]
Empleados	Garantizar que el volumen del trabajo se ajuste a los horarios manejados por LA EMPRESA.	Disponibilidad de tiempo para las actividades en los horarios de trabajo.	Adecuada distribución de carga de trabajo, métodos y procedimientos para desarrollar las tareas y actividades estandarizadas.	Código sustantivo del trabajo artículo 161 de 2012 [12]	Terminación de contrato en caso de no cumplir las funciones del cargo o interrumpir el desarrollo adecuado de los procesos. [12]
Vendedores o asesores comerciales	Disminuir los reclamos por parte de los clientes al aumentar su satisfacción.	Demoras en las entregas de los pedidos de insumos o productos y disponibilidad de estos.	Cada pedido de cada tipo de referencia debe ser cumplido en el tiempo y cantidad establecida. Sistema con información actualizada de las cantidades en inventario de cada referencia.	Ley 822 de 2003, artículo 30, literal 9 [13]	Para garantizar la legalidad de la importación y el comercio de los agroquímicos de la empresa, esto incluye que se encuentre en condiciones adecuadas, vencimiento correcto y concentraciones permitidas [13]

III. MEDIR

A. Plan de recolección de datos

Con el objetivo de medir las condiciones actuales de cumplimiento en las entregas de pedidos de LA EMPRESA, se realizó un plan de recolección de datos (PRD), véase el anexo 18, el cual estuvo conectado con el problema y los requisitos de los grupos de interés. Es pertinente para el desarrollo del proyecto que los datos sean tomados de forma precisa y que los indicadores proporcionan información que ayude a intervenir el problema planteado. Se debe tener en cuenta que sólo se utilizarán los indicadores más relevantes, puesto que estos deben estar relacionados directamente con el problema.

Por otra parte, los datos fueron recolectados mensualmente, con el objetivo de contrastar la información proporcionada por los indicadores para crear conexiones y hacer comparaciones entre los volúmenes de venta por periodo. En relación con la recolección de los datos, los tiempos correspondientes a la duración de las actividades en minutos de los colaboradores fueron fuentes primarias, puesto que se tomaron directamente por los integrantes del equipo con un cronómetro calibrado proveniente del departamento de gestión de mantenimiento y metrología de LA EMPRESA, con de 1/100 segundos de precisión, y también se tomaron de fuentes secundarias, ya que se emplearon parte de los registros históricos de los años 2020 a 2021 provistos por LA EMPRESA.

Los datos que se recolectaron fueron los siguientes:

- Consolidado de las remisiones del año 2020 al primer trimestre del 2021, estas remisiones incluyen las fechas de envío y de entrega de los pedidos, la cantidad tanto en kilogramos, como en unidades del producto enviado y los reclamos por parte de los clientes (Anexo 5 Remisiones de LA EMPRESA).
- Costos asociados con los fletes de envío de mercancías a las diferentes regiones del país y el valor de venta del producto (Anexo 5 Remisiones de LA EMPRESA).
- Registro de las actividades de los colaboradores del área logística de LA EMPRESA, junto con el volumen de trabajo y el tiempo empleado en realizar cada actividad (Anexo 7 Actividades Globales).

Con el fin de cuantificar los resultados del proyecto, se utilizaron indicadores de desempeño logísticos, los cuales se encuentran en la Tabla 5. Los indicadores miden factores que son críticos en el cumplimiento de las entregas, como el tiempo de entrega, la cantidad en kilogramos entregada al cliente, que el producto llegue a su destino en buen estado y bien documentado. Se revisaron las remisiones físicas de las entregas de pedidos, para identificar en las observaciones si hubo algún problema con los pedidos que afecta los indicadores que miden los factores críticos antes mencionados, además se digitaliza la información para agilizar el cálculo de los indicadores y facilitar el seguimiento de dichos datos.

TABLA V
INDICADORES DE DESEMPEÑO A MEDIR

Variable	Objetivo	Descripción	Indicador
Tiempos de entrega(días) y cantidad entregada(unidades)	Permite controlar la cantidad en kg de productos agroquímicos entregados al cliente y el lead time del pedido.	Se empleó el indicador OTIF (on time, in full), es un indicador de desempeño, el cual tuvo en cuenta la fecha de entrega pactada y la cantidad de producto que se solicita, se deben cumplir estas dos variables para que se dé una entrega OTIF. [14]	$OTIF = \frac{\sum_1^n \text{Pedidos OTIF}}{\text{Total de pedidos}} * 100$
Rendimiento de mano de obra	Permite controlar el desempeño de los procesos que realiza la mano de obra del área de logística de salida.	Se hizo un recuento de las horas laboradas reales empleadas por los colaboradores y las horas estimadas que deberían trabajar, con el objetivo de determinar la utilización de la mano de obra (Anexo 8 Trabajo de Grado la Triada).	$\text{Utilización MO} = \frac{\text{Horas laborales}}{\text{Horas laborales estimadas}}$
Tiempo de procesamiento del pedido	Permite controlar el tiempo transcurrido desde que llega la orden de enviar algo a un cliente hasta que el pedido está listo para ser despachado.	Se registra la hora en la que llega la orden de compra de cada cliente y a partir de eso se registra el tiempo que toma cada actividad: recibir la orden de compra del cliente, procesamiento de pedido, remisión, guía y producto alistado para el despacho	$\text{Tiempo de procesamiento de pedido} = \sum \text{Tiempo de cada actividad del procesamiento de pedidos}$

B. Medición del sistema actual

Para la medición del sistema actual, además de los indicadores propuestos en el plan de recolección de datos, también se usó el modelo de LA TRIADA. La TRIADA maneja una lógica PHVA, una lógica similar a la ruta de la calidad que es una aplicación práctica del concepto PHVA en un área organizacional específica, la cual en este caso es Logística de Operaciones. A continuación, en la Fig.8. se muestran los 7 pasos del ciclo PHVA de la TRIADA, en la etapa medir del presente trabajo, se incluyeron los pasos 1 y 2 de Planear. Si se desea conocer detalladamente en qué consiste cada uno de los pasos se pueden observar en el Anexo 8 Trabajo de Grado la Triada PD1 2021-1-107.



Fig. 8. Pasos del ciclo PHVA de La TRIADA mod. [17]

Por otra parte, teniendo en cuenta la información recolectada en LA EMPRESA, se sintetizaron los datos por medio de tablas, mapa de procesos, diagrama SIPOC y gráficas con el objetivo de dar respuesta a los indicadores de desempeño expuestos en el plan de recolección de datos. El proceso de construir los gráficos, las tablas y calcular los indicadores es muy importante para el proyecto, puesto que son los datos que se utilizarán para medir el estado actual del proceso, las variables y contrastarlos con las metas expuestas por los grupos de interés, para poder evaluar el impacto del proyecto en los puntos críticos. En la Fig.9. se puede ver el mapa de procesos.

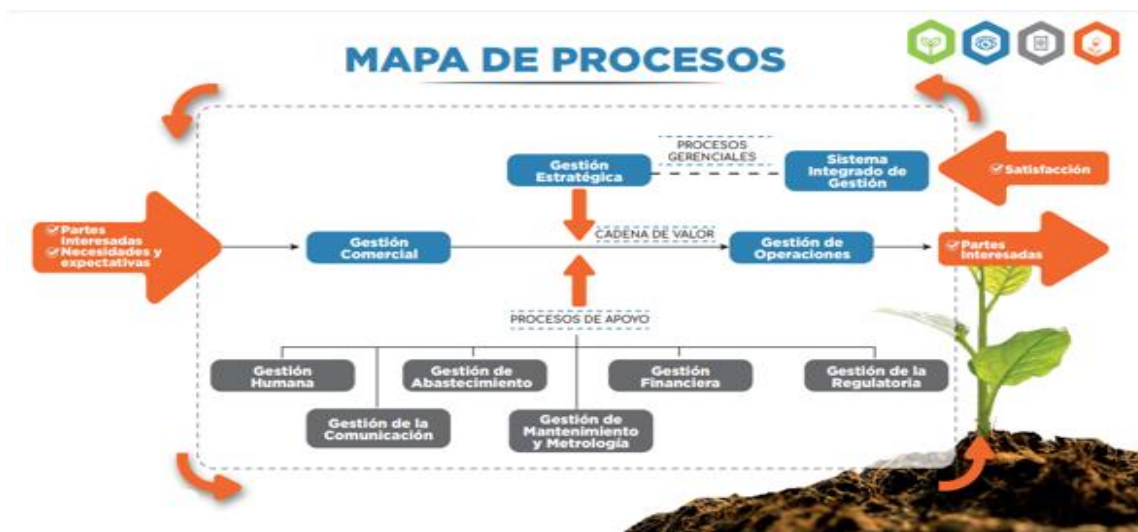


Fig. 9. Mapa de procesos mod. [15]La empresa

También se utilizó el diagrama SIPOC, para detallar y caracterizar el proceso de Gestión de Operaciones, en el cual está ocurriendo el problema, y que se subdivide en logística de entrada y logística de salida, Fig. 10.

	Suppliers	Input	Process	Output	Customer
	Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas/Resultado	Cliente
	¿Quién realiza las entradas al proceso?	Qué cosa(s) entra en el proceso para generar un resultado o una salida	Tareas que utilizan las entradas del proceso para generar salidas y son de valor para el cliente	¿Qué genera el proceso?	¿Quién recibe la salida del proceso?
Logística de entrada	Gestión de Operaciones	Importación de productos que llegan de proveedores internacionales Documentos de la importación	Realizar la recepción de contenedores con producto en la bodega	Productos que llegan a bodega	Bodega contratada ENCOEXPRESS
	Bodega contratada ENCOEXPRESS (Operarios)	Productos que llegaron a bodega	Realizar el almacenamiento de los productos en la estanterías	Productos almacenados en bodega Registros de lo recibido en el sistema de inventarios WMS	Bodega contratada ENCOEXPRESS
Logística de salida	Gestión Comercial	Órdenes de compra de los clientes	Recibir las órdenes de compra de los clientes	Procesamiento de pedido (registro de la orden de compra en Whatsapp)	Gestión de Operaciones
	Gestión de Operaciones	Procesamiento de pedido	Realizar remisión de despacho en el WMS de la compañía y enviar via email	Remisión	Bodega contratada ENCOEXPRESS
	Gestión de Operaciones	Remisión	Digitar código en el WMS de la Bodega Contratada para realizar el ajuste de inventario	Registro en el WMS del código Registros de inventario actualizados	Bodega Contratada ENCOEXPRESS
	Bodega contratada ENCOEXPRESS (Operador Logístico)	Remisión	Realizar picking de alistamiento en bodega	Producto alistado para el despacho.	Bodega Contratada ENCOEXPRESS
	Bodega contratada ENCOEXPRESS	Remisión	Generar la guía de despacho	Guía	Bodega contratada ENCOEXPRESS
	Bodega contratada ENCOEXPRESS (Operador Logístico)	Guía Producto alistado para el despacho	Realizar el despacho de los productos	Remisión Despacho de productos	Cientes

Fig. 10. Diagrama SIPOC Proceso de Gestión de Operaciones. [16]

Como se dijo anteriormente, LA EMPRESA, es una filial de una empresa productora de Agroquímicos, razón por la cual recibe contenedores con cantidades de producto pronosticadas en un Sales and Operation Plan. Después de recibir los contenedores LA EMPRESA almacena los productos en una bodega rentada de 2500 m² ubicada en Yumbo y se registra la nueva mercancía en el sistema de inventarios (WMS). Una vez se recibe una orden de compra se registra la orden vía Whatsapp, los encargados del área de gestión de operaciones procesan el pedido y se realiza una remisión de despacho en el WMS, cabe resaltar que la recepción de órdenes es un proceso continuo. Se registra el código de los productos solicitados y se ajusta el inventario para actualizarlo, excluyendo los productos que van a ser comercializados. Se le entrega la remisión a LA TRANSPORTADORA y un operador logístico de la misma realiza el picking por cada orden, se alista la mercancía en la plataforma crossdocking de LA TRANSPORTADORA para despacharla teniendo en cuenta la localidad de los pedidos, con el objetivo de entregar todos los pedidos correspondientes a una zona, se hace una guía de despacho para poder monitorear el transporte del pedido y finalmente se realiza el despacho de los productos al cliente junto con su respectiva guía y remisión, cabe resaltar que los pedidos u órdenes se acumulan para ser llevados en un camión que sigue una ruta previamente establecida. Para detallar las actividades del proceso de Gestión de Operaciones, se realizó un diagrama de flujo Fig. 11, en el cual la logística de entrada consta de dos actividades que son, la recepción de contenedores con producto en la bodega y el almacenamiento de los productos en las estanterías y la logística de salida está comprendida desde la recepción de órdenes de compra de los clientes hasta que el producto se despacha. En la Logística de Salida, el procesamiento de pedidos incluye desde que se recibe la orden de despachar un producto, hasta que el pedido queda listo para ser enviado.

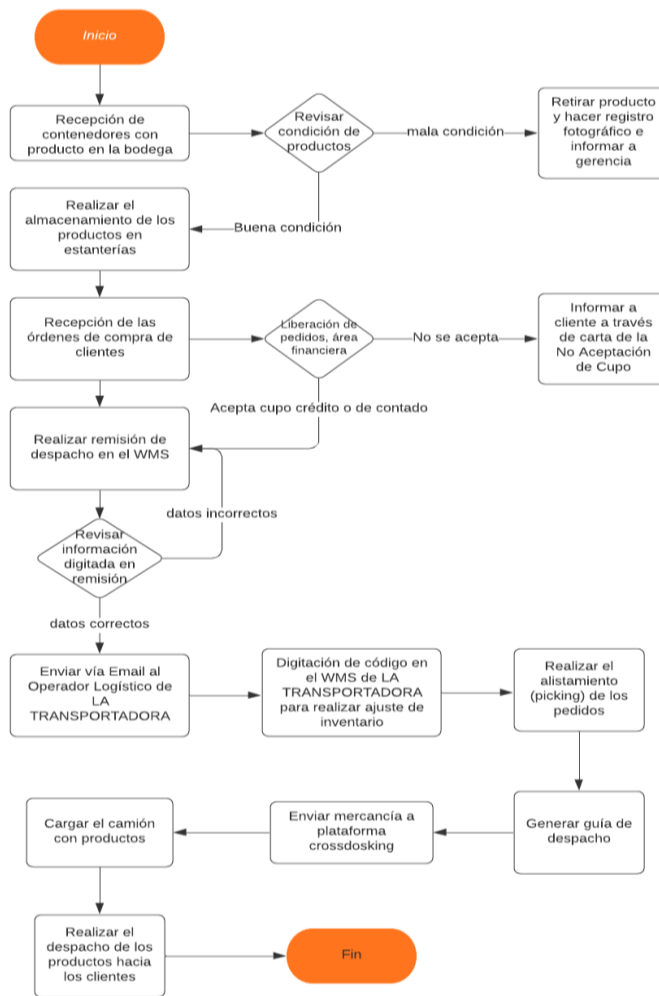


Fig 11. Diagrama de Flujo. Proceso Gestión de Operaciones

Debido a que LA TRIADA será el modelo que permitirá describir la situación actual de la empresa y brindará los datos necesarios para calcular el indicador de la utilización de la mano de obra, se procedió a identificar las actividades que realizan los colaboradores del área de logística de LA EMPRESA, con el fin de identificar cuáles son los cargos dentro del área y los tiempos que tardan en realizar las actividades, con el objetivo de consolidar las horas de trabajo reales vs las horas estimadas calculadas con base en los horarios de LA EMPRESA, los cuales van de 7:30 AM a 5:30 PM pero no es jornada continua ya que se trabajan 8 horas diarias y se dan 2 horas de almuerzo de Lunes a Viernes. A continuación, en la Tabla 6, es posible observar el consolidado de actividades realizadas por los colaboradores, el tiempo promedio en minutos que tardan en realizarlas y el tiempo estándar promedio, puesto que en todo proceso hay retrasos y contratiempos que deben ser tenidos en cuenta.

TABLA VI
CONSOLIDADO DE ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS COLABORADORES

Actividad	Tiempo promedio(min)	Tiempo estándar promedio(min)
Procesar orden de pedido	20,6	24,1
Realizar orden de compra de mantenimiento de productos	14,8	15,9
Realizar orden de compra de productos	10,2	11,1
Realizar orden de compra de material de empaque	9,8	10
Realizar orden de compra del etiquetado	10,8	11,5

Realizar inventario cíclico	39,6	46,4
Realizar acta de recepción de mercancías en bodega	20,6	22
Procesar sales contract	22,8	24,4
Procesar diseño de productos	15,4	18,2
Organizar el inventario físico	122	130
Realizar seguimiento a cada una de las importaciones en tránsito y en producción	151,2	159,5

Con base en el volumen de trabajo registrado por los colaboradores en el Anexo 7 Actividades Globales se hicieron los respectivos cálculos del tamaño de muestra y el tiempo estándar de las actividades en el Anexo 9 Tiempo estándar Actividades; en este anexo se ilustra detalladamente la forma en la que se hicieron los cálculos. Es importante resaltar que los tiempos necesarios para calcular el tamaño de muestra fueron tomados con un cronómetro de 1/100 segundos de precisión. Adicionalmente en el área logística de LA EMPRESA solo hay dos colaboradores, el Jefe de Operaciones y el Auxiliar del Jefe, el resto de los trabajadores presentes en la bodega son de otra empresa y a pesar de que se les entregó el Anexo 7, no lo diligenciaron e ignoraron la petición del equipo cuando se les pidió que registraran los datos, razón por la cual no hay registro de sus actividades y sólo se tomarán en cuenta las actividades de los dos colaboradores de LA EMPRESA. Adicionalmente para el cálculo de la utilización de la mano de obra se promedió el tiempo que entre los dos colaboradores trabajan diariamente en horas y se asumió que dicho tiempo suma un total de 16 horas laborales diarias excluyendo la hora del almuerzo. A continuación, se puede observar el cálculo del indicador de utilización de la mano de obra.

$$\% \text{ Utilización mano de obra} = \frac{15,849 \text{ horas/día}}{16 \text{ horas/día}} * 100 = 99,056\%$$

(1)

Por otra parte, LA EMPRESA proporcionó las remisiones de los pedidos del año 2020 al primer trimestre del año 2021; en las remisiones se registraban la fecha de entrega estipulada por el cliente y la fecha real en la que el pedido llegaba a su destino. Además, contenían datos sobre la cantidad de producto enviada y en caso de existir algún reclamo por parte del cliente, se anotaban observaciones. Algunos de los reclamos más comunes eran: el tiempo de envío y la cantidad del pedido. Con base en estos planteamientos se registraron los pedidos que sí cumplieron con las especificaciones que usualmente recibían más quejas, los resultados se pueden observar en la en la Tabla 7, en la Fig.12 y en la Fig. 13.

TABLA VII
CUMPLIMIENTO EN LAS ENTREGAS 2020 Y 2021

Pedidos que cumplieron con las especificaciones en el 2020			
Especificación	Conteo	Porcentaje	Total pedidos
Pedidos entregados a tiempo	373	41,03%	909
Pedidos cantidad correcta	858	94,39%	
Pedidos en buen estado	898	98,79%	
Pedidos bien documentados	879	96,70%	
Pedidos que cumplieron con las especificaciones en el 2021			
Pedidos entregados a tiempo	165	63,22%	261
Pedidos cantidad correcta	250	95,79%	
Pedidos en buen estado	260	99,62%	
Pedidos bien documentados	254	97,32%	

Tanto en año 2020 y 2021 la especificación que menos se cumplió fue la entrega de pedidos a tiempo, razón por la cual se consultó cuáles son los tiempos de entrega estipulados por la empresa transportadora y se identificó que en promedio las entregas deberían llegar en 2 días a su destino y que como máximo se demoran en llegar 4 días. Adicionalmente se calculó que el tiempo promedio

de entrega real de los pedidos es de 2.5 días, lo cual es superior a el tiempo estipulado por la empresa transportadora, sin embargo, es necesario comprobar estadísticamente que esta afirmación es cierta. En primer lugar, se hizo una caracterización de los tiempos de entrega reales del 2021, tal como se puede observar en la Fig. 12.

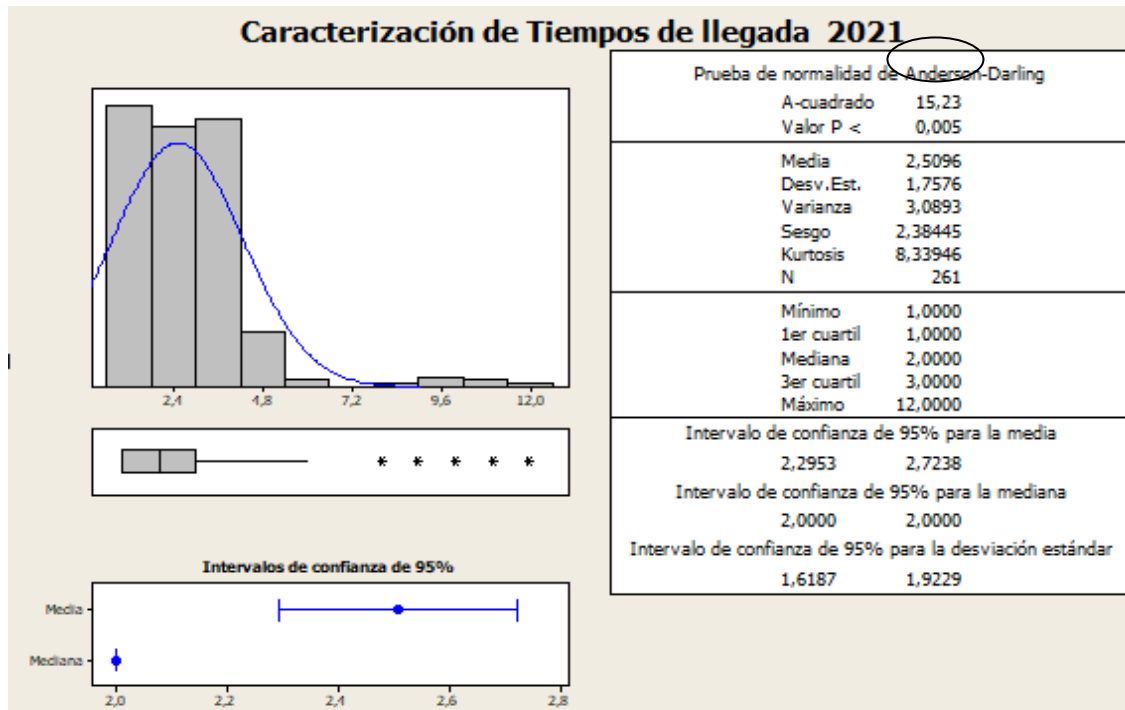


Fig. 12. Caracterización de tiempos de llegada

Según los resultados la media tal como se dijo anteriormente es de 2,5 días y presenta una desviación estándar de 1,75 días. Como mínimo los productos se entregan en 1 día y el máximo tiempo de entrega fue de 12 días. Estos resultados demuestran estadísticamente que es posible que exista un problema en los tiempos de entrega, puesto que 12 días es un tiempo muy superior a los estipulados por la empresa. Siguiendo con el análisis estadístico se hizo un gráfico de control que se muestra en la Fig.13. Con límites de especificaciones de LIE=0, LCE=2 y LSE=4, puesto que teóricamente las entregas deberían llegar en promedio en 2 y como máximo en 4 días.

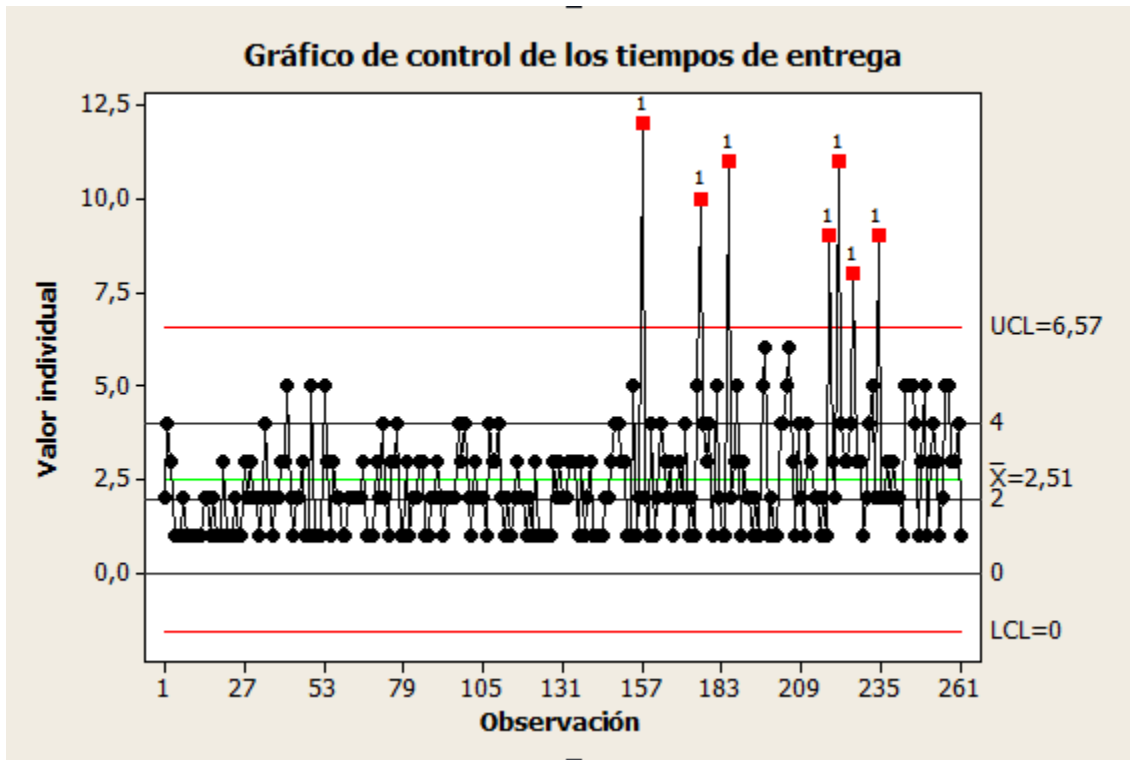


Fig. 13. Gráfico de control de los tiempos de entrega

Cómo es posible observar los límites de control están por fuera de los límites de especificaciones, esto quiere decir que los tiempos de entrega tienen mucha variación, además el proceso no está centrado, puesto que el límite central de control (2,51 días) está por encima del límite central de especificaciones (2 días). El software estadístico Minitab señala que hay 7 causas asignables de tipo 1, es decir que hay 7 datos que están por fuera de los límites de control, razón por la cual hay 7 pedidos que se entregaron mucho después de la fecha estipulada. Estos datos corresponden a envíos de febrero y marzo del 2021, al contactar con el Jefe de Logística afirmó que en estas épocas del año se presentaron muchos derrumbes en las vías debido a las fuertes lluvias y que esto retrasó la entrega de los pedidos. Con el fin de confirmar si en promedio los tiempos de entrega reales son superiores a los estimados por la empresa se hará una comparación de medias.

Prueba de hipótesis

Ho: $\mu = 2$

Ha: $\mu \geq 2$

Regla de decisión

Rechazo Ho si $p < 0,05$

Variable	N	Media	Desv.Est.	estándar inferior	T	P
Diferencia de días	261	2,510	1,758	0,109	2,330	4,68 0,000

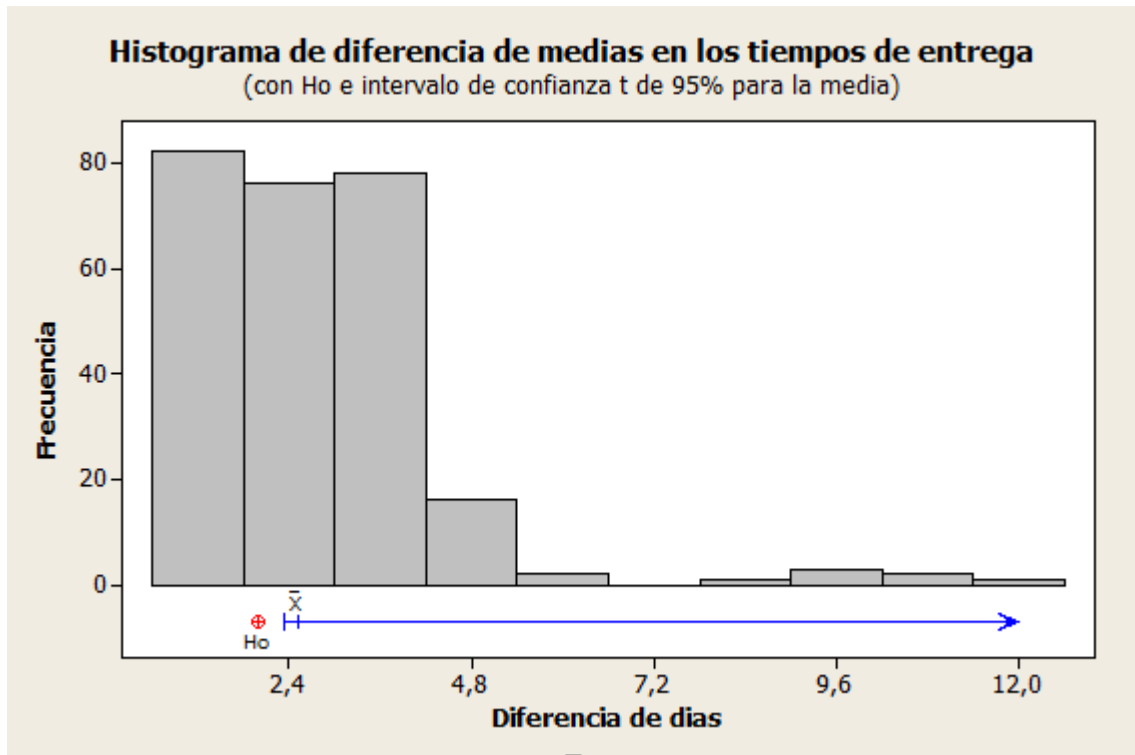


Fig. 14. Histograma de diferencia de medias en los tiempos de entrega

Como se puede evidenciar en la Fig. 14. Tras plantear las respectivas hipótesis con respecto al límite central de especificaciones, fue posible determinar que el límite central de control es mayor al de especificaciones. A partir de esto, se infiere que el proceso no está centrado, ya que los tiempos promedio de entrega son mayores a 2 días. Por lo tanto, se rechaza H_0 y se asume como verdadera H_a .

Con base en los resultados de la Tabla 7, se evidencia que los pedidos entregados a tiempo son los que menos porcentaje de cumplimiento tienen, siendo 41% y 63,2% en el 2020 y en el 2021 respectivamente. Los pedidos entregados en la cantidad correcta presentan el segundo porcentaje de cumplimiento más bajo (94,39% y 95,79%) respecto a las otras especificaciones, lo cual reafirma la necesidad de utilizar el indicador OTIF. En la Tabla 8 se puede observar el porcentaje de cumplimiento del indicador en el año 2020 y el primer trimestre 2021. Adicionalmente se incluyó una representación mensual del porcentaje de entregas OTIF del primer trimestre del 2021 con respecto a la meta de los grupos de interés, los cálculos se realizaron en el Anexo 10 Cálculo de Indicadores.

TABLA VIII

INDICADOR OTIF AÑO 2020 Y 2021

Año 2020	
Total pedidos	909
Pedidos OTIF	349
%Pedidos OTIF	38,39%
Primer trimestre año 2021	
Total pedidos	261
Pedidos OTIF	160
%Pedidos OTIF	61%

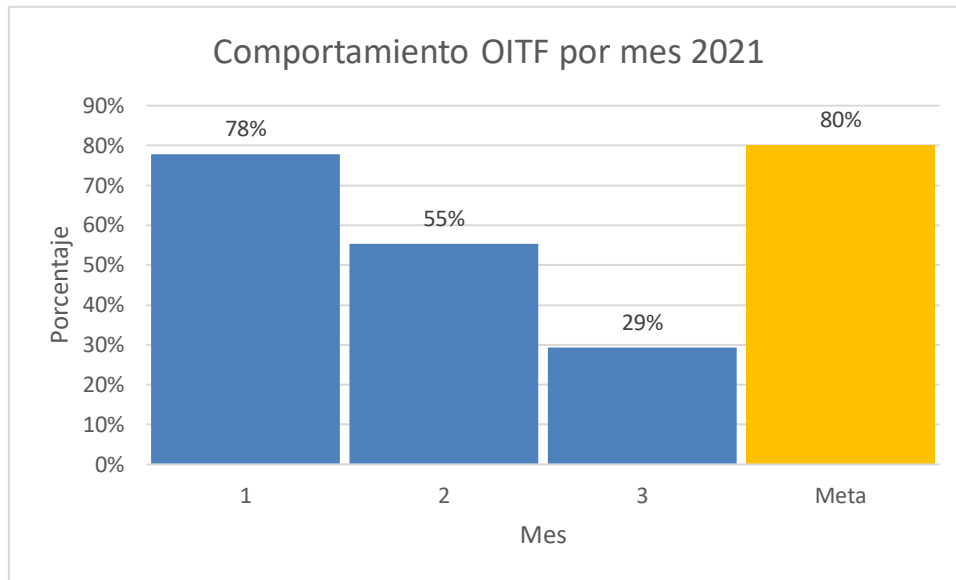


Fig. 15. Comportamiento OTIF por mes, año 2021

Como se puede evidenciar en la Fig. 15. En ningún mes del 2021 se cumplió con la meta del indicador OTIF y con el pasar de los meses el cumplimiento de este indicador ha disminuido en especial en marzo, debido a la temporada de lluvias que causa derrumbes en las vías. No obstante, en la Tabla VIII se ve que hay una mejoría en el primer trimestre del año 2021 respecto al año 2020, esto puede verse justificado en que parte del año 2020 no se había implementado el sistema WMS, mientras que durante todo el año 2021 si se usó.

Adicionalmente se realizó el cálculo del tiempo de procesamiento de pedidos, ya que este es un factor determinante en el tiempo de entrega, pues los pedidos que no estén listos en el momento que llega el camión que transporta la mercancía hacia los clientes, no salen hasta el siguiente día, ocasionando retrasos en los tiempos de entrega, razón por la cual se identificaron las actividades que se efectúan para alistar pedidos y el tiempo estándar promedio que es necesario para realizarlas. Por otra parte, cabe resaltar que la LA EMPRESA recibe órdenes de compra por parte de los clientes que pueden contener volúmenes de producto muy altos y órdenes con unas pocas unidades de producto, es por esto por lo que se calculó el tiempo por unidad (caja) que se tarda en realizar una actividad, es decir que si se deben organizar 10 cajas y el tiempo total para completar la labor es 10 minutos, el tiempo unitario será de un minuto por caja. Además, el tiempo que tarda en recoger el pedido con montacargas varía según el número de referencias que de producto que se soliciten, entre más referencias a más ubicaciones debe desplazarse el montacargas, aumentando el tiempo que tarda el montacargas en recoger todo el pedido, razón por la cual el tiempo que se tarda en realizar esta actividad se dividirá en entre el número de referencias que contenga un pedido, con el objetivo de calcular el tiempo estándar por referencia. Todos estos cálculos se encuentran en el Anexo 23. El tiempo estándar unitario y por referencia en minutos por actividad se puede observar en la Tabla 9.

TABLA IX

TIEMPO ESTÁNDAR POR ACTIVIDAD EN MINUTOS

Proceso/pedido	Tiempo Estándar
Validar cartera	7,9
Registro WMS	2,5
Remisión	2,2

Remisión a jefe de bodega	2,5
Registro WMS de la transportadora	2,4
Imprimir guía	1,6
Llenar factura	3,7
Recoger pedido con montacargas (Referencia)	2,9
Organizar en estibas manualmente (Unitario)	0,5
Reubicar mercancía de inventario (Referencia)	2,7
Marcar manualmente el pedido (Unitario)	0,3
Verificar que la orden esté completa	2,2
Transportar a zona de despacho	2,2
Total	33,6

Cómo es posible evidenciar que el tiempo de alistamiento en promedio es de 33,6 minutos, con base en este dato se determinó la meta de reducción de tiempo de alistamiento que se debe alcanzar para noviembre del 2021.

TABLA X
RESULTADO DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

Variable	Actualidad	Meta
Tiempos de entrega (Días) y cantidad entregada(kg)	61,3%	85% - 95%
Rendimiento en la mano de obra	99,056%	80%-90%
Tiempo de procesamiento de pedidos	33,6 minutos	25-30 minutos

Es pertinente especificar que los operarios al realizar trabajos repetitivos de carga y descarga de mercancías, se someten a un gran esfuerzo físico, es por esto que el gerente de la empresa desea disminuir el rendimiento de la mano de obra, con el objetivo de no sobre exigir físicamente.

IV. ANALIZAR

A. Análisis de Causas

Considerando el problema del deficiente procesamiento de pedidos en LA EMPRESA, se emplea el diagrama de Ishikawa para identificar las causas que generan el problema. Las causas se determinaron con base en las visitas que se realizaron a la empresa, que permitieron medir la situación actual y las reuniones con el Gerente de Logística de LA EMPRESA, en las cuales también estuvieron presentes los operarios que son los que están más directamente implicados en el proceso de logística de salida de LA

EMPRESA. En el diagrama de Ishikawa se analizaron las posibles causas asociadas a los factores mano de obra, maquinaria, método, factores externos y medición.

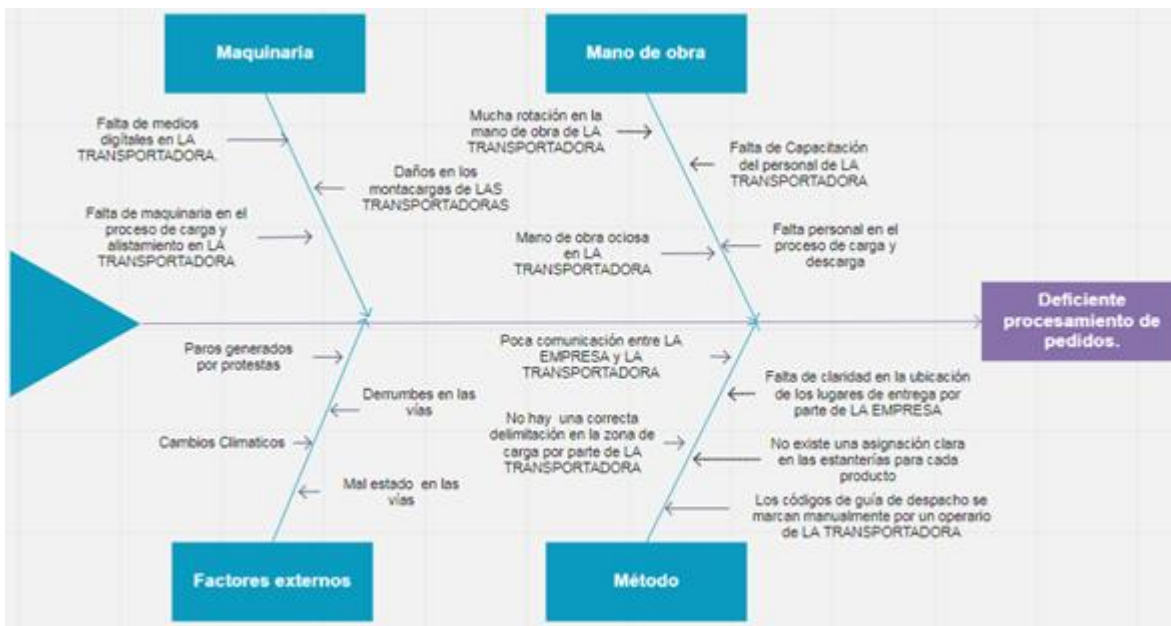


Fig. 16. Diagrama de Ishikawa

Entre las causas relacionadas con la mano de obra, se destaca que hay demasiada rotación del personal en el área de carga y descarga, debido a que LA TRANSPORTADORA contrata cuadrillas externas que no hacen parte de su nómina, y para las cuales el pago que reciben es simplemente un ingreso extra, razón por la cual no tienen un sentido de responsabilidad por las labores que desempeñan y faltan al trabajo cuando lo desean. También es común ver a los integrantes de las cuadrillas durmiendo en las horas laborales o hablando sobre temas ajenos al trabajo, esto genera tiempo ocioso, además de que no cuentan con ninguna capacitación y solo siguen órdenes. Otro aspecto que es importante resaltar es que debido a la pandemia se ha reducido el personal que carga el camión, ya que antes de la pandemia se contaba con el conductor del camión, un auxiliar y el conductor del montacargas, ahora solo está presente el conductor del camión y el conductor del montacargas, que también debe ejercer las funciones de auxiliar.

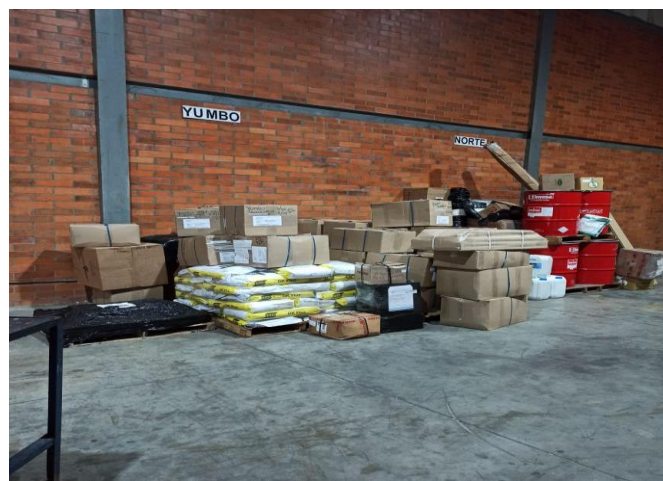
En cuanto a las causas de factores externos, se presentan continuamente derrumbes en las vías que imposibilitan el paso de los camiones de LA TRANSPORTADORA y retrasan los pedidos. Por otra parte, el clima genera retrasos en los tiempos de entrega, en especial en la temporada de lluvias, puesto que hay deslizamientos en las vías, además de que las carreteras de acceso a algunos de los lugares en donde se deben entregar los pedidos no están pavimentadas y dificultan su tránsito (en especial durante el invierno). También es importante resaltar que las condiciones socioeconómicas en el país generan obstrucciones en las vías por parte de manifestantes.

Teniendo en cuenta las causas de métodos, durante el proceso de carga la única comunicación entre LA EMPRESA y LA TRANSPORTADORA es la guía impresa, es decir que, si hay algún inconveniente con algún pedido o si no posee el código de la guía de despacho, este no sale de la bodega y se envía después de la fecha originalmente estipulada. Además, este código es escrito manualmente por el operario de LA TRANSPORTADORA, lo que toma demasiado tiempo, ya que se debe hacer con cada paquete que se despache, es decir, si para un lugar se despachan 5 cajas cada caja debe tener el número de guía escrito de forma visible. En algunas ocasiones LA TRANSPORTADORA llega a la dirección escrita en la guía, pero no es el lugar en el que realmente necesitaba el producto el cliente, puesto que en algunas ocasiones el Departamento de Ventas no toma bien los datos o no actualiza la dirección de los clientes en caso de que cambien de ubicación, esto es un problema ya que el repartidor de LA TRANSPORTADORA no puede cambiar su ruta y el producto debe ser asignado a una nueva ruta. LA TRANSPORTADORA posee un sistema muy limitado de seguimiento de pedidos, puesto que no es posible conocer en tiempo real en dónde y cómo va el proceso de entrega, razón por la cual LA EMPRESA solo se puede identificar si hay algún problema cuando el cliente llama a reclamar o cuando LA TRANSPORTADORA sube a su página la información del recorrido al finalizar las entregas.

Adicionalmente la zona de carga solo está delimitada por letreros y hay productos esperando para ser despachados de múltiples empresas, lo cual dificulta el proceso de carga y puede generar confusiones, puesto que hay mucho desorden.

Fig. 17. Zona de carga de LA

Según el Jefe de Logística y los con la maquinaria son las que entregan de pedidos debido a poco tecnificado. En primer montacargas para alistar y TRANSPORTADORA, montacargas suele estar sólo cuenta con unas pocas cual no funciona todo el día, realicen el alistamiento del muy peligroso ya que hay 5 de altura). Sumado a lo TRANSPORTADORA no hay medios digitales para comprobar las órdenes de pedido, el operario revisa una lista física con los pedidos que debe alistar y si se presenta algún error o falta algún dato el operario no sube el pedido al camión. Como se dijo anteriormente solo hay dos montacargas y si los están utilizando para cargar productos de otra empresa a la que LA TRANSPORTADORA también almacena y despacha los productos, no se pueden alistar los pedidos de LA EMPRESA, ocasionando que no estén alistados cuando el camión recoja la mercancía y se deba despachar después.



TRANSPORTADORA

operarios las causas asociadas producen más retrasos en las que el proceso es ineficiente y lugar, solo hay dos cargar los pedidos en LA además uno de esos dañado y el que está disponible horas de carga, razón por la ocasionando que los operarios pedido manualmente, esto es niveles de estantes (13 metros anterior, en LA



Fig. 18. Almacén de LA

EMPRESA

Cabe resaltar que LA TRANSPORTADORA tiene un WMS que se emplea para manejar el inventario presente en la bodega, pero el proceso de alistamiento, carga e identificación de pedidos se realiza manualmente. Un ejemplo de esto es que tal como se dijo anteriormente las guías de despacho de los productos se marcan con marcador o lapicero, lo cual aumenta el margen de error y una vez que los productos llegan a las plataformas de crossdocking de LA TRANSPORTADORA, si se extravía un producto de un pedido o está mal identificado, se cancela el envío hasta que el pedido esté completo. Con base en estos planteamientos y con la ayuda del Jefe de Logística fue posible concluir que LA TRANSPORTADORA no posee recursos tecnológicos y técnicos para realizar los procesos logísticos de salida eficientemente. Después de realizar el análisis y la exploración de las posibles causas que producen incumplimiento en los tiempos de entrega de LA EMPRESA, se empleó la técnica de los cinco por qué, con el objetivo de establecer la causa raíz del problema, tal como se puede evidenciar en la Tabla 11.

TABLA XI
CINCO PORQUÉS

Problema: Deficiente procesamiento de pedidos	
Causa:	Falta de recursos tecnológicos en los procesos logísticos en la bodega de LA TRANSPORTADORA
1	¿Por qué?
	Porque se desconoce la forma en la que se harán las recolecciones de los productos en la bodega.
2	¿Por qué?
	Porque la forma en que se realiza la recolección es empírica.
3	¿Por qué?
	Porque no se conocen las rutas ni el orden en el que se deben recolectar los pedidos.
4	¿Por qué?
	Porque no hay una política de almacenamiento

5	¿Por qué?
	Porque no hay planes de picking y se desconoce el tipo de almacenamiento que se debe emplear.

Por otra parte, para LA EMPRESA y LA TRANSPORTADORA es pertinente mantener los costos bajos, razón por la cual no se enfocan en mejorar los procesos logísticos de la bodega, ni en tecnificar la bodega, ya que esto representa un gasto económico. Es una constante en muchas empresas colombianas, que por desconocimiento o por restricciones económicas, no mejoran sus operaciones, ocasionando que queden rezagadas respecto a la competencia y las tendencias económicas actuales.

B. Revisión de Literatura

En la literatura, se han encontrado diferentes casos de empresas que han desarrollado estrategias innovadoras para optimizar sus labores logísticas, logrando altos índices de entregas a tiempo. Las tendencias tecnológicas y económicas actuales se direccionan cada vez más hacia el servicio al cliente, debido a que el precio de los productos ya no es un factor diferenciador relevante, pues siempre existirá un competidor que comercialice un mismo producto a un precio igual o inferior. Es por esto que para diferenciarse y posicionarse dentro del mercado hay que aplicar estrategias, procesos o tecnologías que permitan prestar un mejor servicio al cliente, en especial, en empresas donde sus actividades tengan una gran carga logística, como LA EMPRESA, razón por la cual se investigó sobre la tercerización de procesos logístico, los sistemas de almacenes y maquinarias destinadas a agilizar las operaciones de las bodegas.

En primer lugar, se encontró un informe realizado en México que aborda el problema de las entregas tardías en empresas del sector industrial, agrícola y de servicios, las cuales deciden tercerizar el almacenamiento y transporte de sus productos, puesto que al intentar hacer todo por sí mismos, genera altos costos en investigación, desarrollo, mercadotecnia y altos gastos en infraestructura y personal [18]. Tercerizar la logística puede mejorar medidas críticas de su desempeño como el costo, calidad, servicio, tiempo y velocidad, ya que estas organizaciones se especializan en desarrollar procesos para que el almacenamiento y transporte sean más eficientes. Con base en los criterios mencionados en el informe realizado en México los autores concluyen que se debe hacer un análisis del comportamiento futuro del mercado, los beneficios y costos de las diferentes opciones en el mercado versus la alternativa que se está usando actual y finalmente desarrollar una prueba piloto con la alternativa seleccionada [18]. Todo esto se realiza con el objetivo de analizar la situación actual de la empresa en relación con el servicio que presta, identificando fortalezas y debilidades que afectan el sistema de distribución. Realizar un benchmarking es una buena opción para estimar indicadores de costos y eficiencia del sistema actual [18]. Una vez ya se han calculado indicadores, teniendo en cuenta datos históricos que permitan identificar el comportamiento de los criterios de desempeño, se procederá a realizar una prueba piloto, es decir, ensayar con un porcentaje bajo con respecto al total de los movimientos o volúmenes transportados. Finalmente se debe tomar la decisión sobre el servicio logístico que deberá utilizar la empresa, razón por la cual se debe tomar la decisión de seguir con el sistema actual, realizar un cambio de sistema o combinar el sistema actual con una nueva alternativa.

Del estudio mencionado en el párrafo anterior, se pueden identificar estrategias convenientes para LA EMPRESA, por ejemplo, hacer un análisis detallado del mercado, para el presente y para el futuro, y con este análisis identificar las fortalezas y debilidades que afectan al sistema de distribución, las cuales sirvan de base para saber en qué enfocar un benchmarking en el que, se reunirán datos que posteriormente servirán para evaluar la situación actual de LA EMPRESA en el mercado y determinar si realmente vale la pena seguir buscando bajos costos de almacenamiento y transporte o si por el contrario existe una alternativa que se ajuste más a las necesidades de la empresa y a futuro le ofrezca más oportunidades de crecimiento, al prestar un mejor servicio a un costo razonable. Lo anterior, acompañado de un seguimiento de actividades necesarias podrá ayudar a conseguir metas a corto y largo plazo.

En la actualidad muchas empresas han iniciado el cambio paulatino de sistemas manuales a sistemas semiautomáticos y finalmente sistemas automáticos para tecnificar las operaciones que se realizan en las bodegas. Las TIC (Tecnología de información) se utilizan en las bodegas para flexibilizar, agilizar y mejorar el intercambio de información. Entre las TIC más utilizadas para los sistemas de gestión de almacenes están los sistemas WMS, LMS (sistema de gestión de aprendizaje), código

de barras, RFID (identificación por radio frecuencia), Picking to Voice y SCE (sistema de ejecución de la cadena de suministros), algunos de los cuales ya hacen parte de la gestión de operaciones de empresas reconocidas en Colombia como Familia Sancela y Almacenes Éxito. Estos sistemas se ocupan de optimizar la recepción, almacenamiento, preparación de pedidos, embalaje y despacho, razón por la cual antes de implementarlos es necesario hacer un análisis del tipo de producto a almacenar, capacidad y operatividad del almacén, TIC disponibles, demanda, ubicación de los clientes y características de los pedidos a entregar con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes al mínimo costo [20]. Es pertinente resaltar que a pesar de que la gestión de almacenes es una herramienta muy útil para mejorar los procesos logísticos de las empresas, adquirir esta tecnología puede llegar a ser costoso, además la mayoría de las empresas colombianas toman decisiones empíricas respecto a estos temas, puesto que no está en su cultura organizacional estandarizar procesos, buscando mejoras continuas, razón por la cual hay un bajo uso de estas tecnologías en las pequeñas y medianas empresas [20].

En cuanto a grandes empresas colombianas, Familia Sancela cuenta con equipos y tecnología que es implementada de forma óptima con la ayuda de empresas externas especializadas en el manejo e implementación de software, las cuales dan asesorías en el manejo integral de sistemas de gestión de almacenes. En el caso de Familia Sancela utilizan voice picking, SAP y RFID [19]. Otro caso de implementación de estas tecnologías en Colombia son los Almacenes Éxito, pues cuando reciben o despachan productos cargan la información a su sistema WMS de manera inteligente a través de RFID y antenas. Por otra parte, es importante resaltar que en esta empresa utilizan SAP, la plataforma estandarizada en Colombia con mayor compatibilidad con otros sistemas de gestión de almacenes. Dicha plataforma permite unir módulos de compra, almacenamiento, picking, disminuye los tiempos de distribución y facilita hacer seguimiento de todos los productos. En Colombia en caso de necesitar asesorías e instalación de los sistemas para gestionar almacenes, se puede contactar con empresas como SAP, Mepal de Carvajal, Mecalux y SSI Schafer [19].

Como respaldo de la eficiencia que pueden entregar estas herramientas se encontró el caso de Studio F y su experiencia implementando el WMS de Oracle. Este sistema promete disminuir los niveles de stock de seguridad y los tiempos de envío, lo que se refleja en una disminución de costos. Cuenta con herramientas que permiten hacer seguimiento del personal, administrar sus tareas en el almacén y medir su eficiencia a través de objetivos cuantificables con KPI, haciendo análisis en tiempo real y generando informes automáticos. Studio F logró incrementar un 99,5% la confiabilidad y la precisión en los inventarios y un 30% la productividad de las operaciones del CD (Centro de distribución). Además, redujo de 5 a 2 los días de respuesta ya que los movimientos de mercancía se redujeron un 90%. Esto se evidencia en la trazabilidad que han podido obtener como empresa, se conocen con certeza aspectos logísticos específicos de cada prenda, tales como: cuando se recibieron, cuando ingresaron, en que ubicaciones ha estado, que personas las han movido y a que tiendas se realiza el despacho [22].

Se debe resaltar que LA EMPRESA ya implementó un WMS, este es un Sistema de información que ayuda en la administración del flujo del producto e información dentro del proceso de almacenamiento, a través de funciones tales como: Programación de tareas en el almacén, planeación y trazabilidad de actividades en la gestión de almacenes, procesamiento de órdenes según la capacidad, necesidad de servicio, requerimientos de recogida de productos, slotting o gestión de ubicaciones óptimas para los productos, conexiones con aplicativos Web o sistemas de información, generación de órdenes de trabajo que adicionan valor al servicio, planeación y control de rutas de procesos de la gestión de almacenes. El diseño y las funciones de un WMS dependen de la inversión y de la estructura de procesos de la compañía que lo adquiere [20]. El que utiliza actualmente LA EMPRESA no es tan robusto pues dicho sistema cumple la función de descontar las unidades cuando se genera una remisión de pedido y posteriormente al finalizar el mes genera un balance de los inventarios de todos los productos, esto quiere decir que existe una gran oportunidad de mejora en el sistema [20].

Un estudio de caso en una empresa del sector textil colombiano ha revelado que el alistamiento de pedidos puede implicar hasta un 60% de todas las actividades y ser responsable de más del 65% de los gastos operativos de un almacén. Esta investigación se realizó con el fin de minimizar el tiempo de alistamiento de pedidos. Se hizo una caracterización de acuerdo a la popularidad de los productos para minimizar el tiempo de alistamiento y se concluyó que las referencias más vendidas deberían tener una zona específica de ubicación permitiendo que el operario realice recorridos cortos a la hora de alistar el pedido. También se implementaron terminales portátiles con un sistema de información que permitieron eliminar actividades que no agregan valor al proceso y se implementaron 3 políticas de alistamiento: política de conformación de lotes, política de ruteo y política de asignación de ubicaciones [21]. Con base en el anterior estudio es pertinente resaltar que muchos de los incumplimientos en los tiempos de entrega de los pedidos se a deben retrasos en el alistamiento y carga de los productos, razón por la cual desarrollar estrategias que

optimicen estos procesos podría mejorar el desempeño de las actividades logísticas que se realizan en la bodega tercerizada de LA EMPRESA

El picking es una operación que hace parte del alistamiento de los pedidos en la cual se recogen los productos solicitados por los clientes, con el objetivo de cumplir con los pedidos en el tiempo pactado y al menor costo posible, razón por la cual esta actividad impacta el nivel de servicio al cliente y representa entre un 55% y 60% de los costos totales de los centros de distribución. Para lograr disminuir el tiempo de recolección en un centro de distribución de 2853.76 m² se desarrolló una matriz de distancia entre las diferentes estanterías, un método de disposición de almacenamiento dedicado basado en el COI (Cube per Order Index), generación de una orden de recolección, la ruta óptima de recolección de pedidos y un modelo matemático para la asignación de ubicaciones. Después de llegar a la solución óptima se logró un ahorro total de 583.6 kilómetros de recorrido, es decir, un ahorro del 9,61 %. Además, esta configuración presenta un ahorro del 1,4% en el tiempo total de operación, lo cual permite incrementar la capacidad de picking en 222 órdenes anuales aproximadamente, es decir 3.54 días de operación [23].

Finalmente, también es importante resaltar las funciones que ayudan a desempeñar los equipos especializados para el proceso de carga, descarga y alistamiento de pedidos en la mejora de los procesos logísticos. Los estibadores son herramientas de fácil uso, que ayudan a reducir hasta en un 60% los tiempos de descarga de los camiones, lo cual genera un efecto dominó en la bodega, puesto que permite liberar recursos como montacargas o personal, con el fin de que desempeñen otras funciones como el alistamiento de pedidos. Adicionalmente también es importante resaltar que los estibadores son útiles para el transporte horizontal de mercancías, la preparación de pedidos, la carga de productos y el apilamiento [19].

La literatura consultada amplía el panorama de herramientas a considerar cuando se trata de entregas tardías, creando en el proyecto un punto de partida para encontrar una solución que se ajuste a las necesidades de la empresa y que trate la causa raíz de la problemática. A partir de las fuentes consultadas, puede concluirse que LA EMPRESA podría invertir en un WMS con una estructura más robusta que le permita gestionar su bodega de manera más eficiente, utilizando un sistema más completo con código de barras, ya que actualmente el código del pedido se genera en la remisión, sin embargo, cada unidad del producto solicitado debe ser marcada manualmente por el operario encargado del alistamiento, lo que a su vez genera que por error humano puede que una o varias de las unidades no sean marcadas y estas no puedan ser despachadas a tiempo. Además, representa una tarea larga para el operario que no crea valor en el proceso, sino que genera demoras en el alistamiento de los pedidos. Es importante investigar alternativas de equipos como los estibadores pues estos se podrían utilizar para disminuir el tiempo de alistamiento de los pedidos, con el objetivo de aumentar la productividad y disminuir los retrasos. Por otra parte, una posible alternativa de solución al problema de deficiente procesamiento de pedidos es analizar la gran gama de empresas transportadoras que hay en el mercado para compararlas con la empresa transportadora actual y poder definir si es conveniente cambiarla o no, ya que muchas de las causas del problema ocurren en LA TRANSPORTADORA.

C. Exploración de Ideas y Selección de Alternativas

Con base en la información obtenida en el análisis de causas y la revisión de la literatura, se procedió a realizar una exploración de ideas, con el objetivo de identificar alternativas que, usando herramientas ingenieriles basadas en la gestión de la cadena de abastecimiento, hagan factible solucionar la problemática planteada a lo largo del proyecto. El medio empleado para realizar la exploración de ideas fue el método SCAMPER, en el cual se pretende mejorar un proceso formulando preguntas y respuestas, teniendo en cuenta sus siglas, sustituir, combinar, adaptar, modificar, permutar/proponer otro uso, eliminar y reordenar [33]. Con esta técnica se pretende dar solución al problema desde diferentes perspectivas. En la Fig.19. Se evidenció como se empleó este método para plantear soluciones al incumplimiento en los tiempos de entrega de LA EMPRESA.

Sustituir	Cambiar de empresa transportadora
Combinar	Usar el WMS con otras herramientas de gestión de almacenes
Adaptar	Nueva cultura organizacional orientada hacia el mejoramiento continuo
Modificar	Cambiar el proceso de alistamiento de pedidos
Proponer	Uso del personal de otras bodegas en caso de que se deba alistar un pedido muy grande
Eliminar	Evitar reprocesos en la bodega
Reordenar	Adquirir nuevos equipos como estibadoras manuales

Fig. 19. Exploración de ideas, método SCAMPER

Las ideas se generaron por el equipo de proyecto de diseño, teniendo en cuenta los requerimientos de los grupos de interés, en especial los del Jefe de Logística y los operarios, dando como resultado las alternativas expuestas en la Tabla 12. Es importante resaltar que no se planteó ninguna alternativa relacionada con el uso del personal de otras bodegas en caso de que se deba alistar un pedido muy grande, puesto que, por políticas de LA TRANSPORTADORA, los operarios asignados a una bodega deben hacerse cargo específicamente de esa misma bodega. Por otra parte, cada una de las alternativas fue validada por la directora del proyecto y los grupos de interés. Es pertinente resaltar que las demás ideas generadas por el equipo, haciendo uso de la herramienta SCAMPER para solucionar el problema se relacionan directa o indirectamente con las alternativas expuestas a continuación.

ALTERNATIVAS PROPUESTAS

No.	Alternativa	Motivo
A1	Incorporar códigos de barras en cada uno de los productos despachados donde aparezca la guía de despacho y la cantidad a despachar.	Actualmente los códigos de las guías de despacho se hacen manualmente, lo cual puede aumentar la posibilidad de que se presente error humano y si los pedidos no están correctamente marcados no son despachados hasta que se solucione el error ocasionando retrasos.
A2	Adicionar estibadoras manuales al proceso de carga, descarga y alistamiento de pedidos en la bodega de LA TRANSPORTADORA que se le asigna a LA EMPRESA.	Solo hay dos montacargas y cuando hay pedidos grandes usualmente se presentan retrasos en el alistamiento de la mercancía, puesto que los montacargas deben alistar pedidos de otras compañías además de los de LA EMPRESA.
A3	Obtener asesorías de una empresa consultora externa, con el objetivo de volver más robusto al WMS actual y capacitar al personal de LA TRANSPORTADORA y LA EMPRESA en el funcionamiento de este sistema.	En la actualidad el sistema WMS no es utilizado en su máxima capacidad, lo cual deja mucho margen de mejora, además no todo el personal tiene conocimiento sobre el funcionamiento de estos sistemas, generando que no se pueda utilizar óptimamente.
A4	Evaluar alternativas en el mercado de empresas especializadas en almacenamiento y transporte.	La compañía actual es una transportadora low cost, razón por la cual no invierte en tecnología, ni en procesos de mejoramiento continuo y esto se ve reflejado en el bajo desempeño de los indicadores OTIF.
A5	Rediseñar el proceso logístico de salida de LA EMPRESA, incluyendo una mejor utilización de los recursos físicos.	No hay una política para la asignación de los productos en los estantes de la bodega, lo cual puede generar altos costos en el proceso de recolección de productos(picking) y mayores tiempos de recolección, además de que los recursos físicos como por ejemplo los montacargas no se utilizan estratégicamente y no poseen planes de mantenimiento, generando que en algunas ocasiones no estén disponibles para alistar pedidos y se retrasen las entregas.

Con el objetivo de elegir la alternativa que más se ajuste a las restricciones del sistema actual, se establecieron criterios tales como: Tiempo de implementación, el costo, la facilidad de implementación, fácil entendimiento e impacto en el sistema actual, además cabe resaltar que estos criterios fueron seleccionados junto con el Gerente de la empresa, el Jefe de Logística y el Asistente de Logística. El tiempo de implementación se refiere a la cantidad de días necesario para aplicar la alternativa en la bodega, el costo es el valor en pesos colombianos que le costaría a la compañía implementar la alternativa, fácil implementación hace referencia a la complejidad de los procesos que hay que realizar para poner en funcionamiento la alternativa, fácil entendimiento es la capacitación necesaria para llevar a cabo la solución, impacto en el sistema actual es que tanto se espera que mejore los KPI'S evaluados en el proyecto. Los resultados de la ponderación de los indicadores se pueden observar en la Tabla 13.

TABLA XIII
PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS

Criterio	Ponderación
Tiempo para implementación	4%
Costo de Implementación	8%
Facilidad de implementación	12%
Fácil entendimiento	21%
Impacto en el sistema Actual	55%

Por medio de la matriz AHP se hizo una comparación entre los criterios para determinar cuál es el de mayor ponderación. Se realizó una reunión entre los integrantes del grupo del presente proyecto de diseño y el Jefe de Logística de LA EMPRESA para que después de conversar al respecto de las alternativas de solución y los criterios de calificación, él decidiera que valores asignar a cada alternativa. La directora del trabajo de grado revisó lo realizado por el Jefe de Logística y estuvo de acuerdo con lo realizado por él. Adicionalmente, se hizo un análisis detallado de cada criterio, donde el Jefe de Logística iba definiendo las ponderaciones de acuerdo con la realidad de los procesos y funciones de su área. Posteriormente, se construyó el análisis jerárquico total AHP para contrastar las alternativas teniendo en cuenta cada uno de los criterios, el proceso se puede observar en el Anexo 19.

TABLA XIV
PONDERACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Alternativa	Gran total
A1. Incorporar Código de barras en conjunto con el WMS de la compañía	12,57%
A2. Adicionar estibadoras manuales al proceso de carga, descarga y alistamiento de pedidos	21,7%
A3. Obtener asesorías de empresas especializadas en sistemas de gestión de almacenes, con el fin de capacitar al personal y volver más robusto el WMS actual.	26,26%
A4. Evaluar alternativas en el mercado de empresas especializadas en almacenamiento y transporte.	12,99%
A5. Rediseñar el proceso logístico de salida de LA EMPRESA.	26,47%

Cómo es posible evidenciar Incorporar Código de barras en conjunto con el WMS de la compañía(A1) obtuvo un 12,57% de preferencia, el uso de código de barras en la logística para las empresas puede ser muy beneficioso puesto que asegura una trazabilidad elocuente y detallada de los productos en cualquier lugar del mundo, logrando agilizar los procesos de distribución o cadena de abastecimiento. Esta tecnología es capaz de identificar productos o elementos a través de una codificación que permite una lectura inmediata por un dispositivo óptico, que capta los datos de manera instantánea [28]. En la Fig.20. se identifican las ventajas y las desventajas de aplicar esta alternativa.

CARACTERÍSTICAS	INGRESO MANUAL	CÓDIGO DE BARRAS
Rapidez	6 segundos	0.3 a 2 segundos
Tasa de error de sustitución	1 carácter de error por cada 300 caracteres ingresados	1 carácter de error entre 15mil a 36 billones de caracteres.
Costos codificación	Altos	Bajos
Costos de lectura	Bajos	Bajos
Ventajas	Humanas	Baja tasa de error Bajo costo / Alta velocidad Puede leerse a cierta distancia
Desventajas	Humanas	Requiere educación de la comunidad de usuarios.
	Altos costos	Costos de los equipos
	Alta tasa de error	Tratar con imágenes pérdidas o dañadas
	Baja velocidad	

Fig. 20. Comparación de ingreso de datos manual vs código de barras mod. [28]

Adicionar estibadoras manuales al proceso de carga, descarga y alistamiento de pedidos(A2) obtuvo un 21,7% de preferencia, el estibador es una herramienta que permite poner cargas de forma regular y organizada en pallets, lo cual se ajusta con el tipo de productos que maneja LA EMPRESA, puesto que estos se empacan en cajas o bultos y se organizan encima de pallets para facilitar su transporte. Los estibadores manuales usualmente se usan en almacenes o bodegas, es un medio empleado para hacer recorridos cortos con carga considerable, son una muy buena solución de transporte en espacios reducidos con la capacidad de tener control de la carga es un instrumento versátil y adaptable a diferentes dinámicas, ocasionando que sea una herramienta indispensable en ciertas labores logísticas de un almacén. Los pedidos que recibe LA EMPRESA pueden pesar unos pocos kilos o pesar más de una tonelada dependiendo el tamaño de la orden, razón por la que un estibador manual es muy útil ya que se ajusta a esta variación de pesos.

Para su implementación no es necesario el gasto de mucho tiempo, debido a la existencia de manuales de uso de estibadores manuales donde se indica el debido proceso de cómo se maneja la herramienta, se especifica los riesgos y cuidados que se deben tener además de los elementos de protección a la hora de realizar trabajos con estibador manual y en caso de ser necesario se puede realizar una breve capacitación [30]. No obstante, obtener estibadores no impactaría en la estandarización de los procesos de carga, descarga y alistamiento de pedido, puesto que seguirán existiendo actividades que no agregan valor, pero algunas de estas se realizaron más rápido, como por ejemplo la descarga de camiones usando estibadores manuales permitiría que se usen los montacargas en otras funciones como el alistamiento de pedidos. En la Fig.21. se puede observar el estibador manual.



Fig. 21. Elevador gato estibador Bf550x900 para

2,5 Ton (Toneladas) mod. [30]

Adquirir asesorías con empresas consultoras especializadas en WMS para capacitar a los que operan ese sistema en LA EMPRESA y tal vez volverlo más robusto, puede ayudar a disminuir el incumplimiento de los tiempos de entrega al intervenir cuatro de las causas asociadas al problema: falta de capacitación al personal de la bodega, falta de medios digitales, códigos de guía que se marcan manualmente y la inexistencia de una asignación clara del producto en las estanterías. Esto se hace a través de un análisis profundo sobre las necesidades y las posibilidades del área, lo que determina si es viable invertir en un WMS más complejo o si por el contrario hay una forma de aprovechar de una mejor manera el que ya se tiene. Los tiempos de implementación pueden variar dependiendo de las acciones que se decida hacer, en algunos casos puede tardar solo semanas, mientras que otros casos pueden tomar entre 6 y 8 meses. Este tiempo depende directamente de los recursos que la empresa quiera o pueda destinar para esta actividad.

Evaluar alternativas en el mercado de empresas especializadas en almacenamiento y transporte(A4) obtuvo un 12,99% de preferencia. Evaluar empresas para tercerizar el transporte y el almacenamiento permitirá encontrar transportadoras ofrezcan menores tiempos de entrega, mejor servicio al cliente, procesos estandarizados, más tecnología e instalaciones altamente tecnificadas en el almacenamiento de mercancías. Sin embargo, LA TRANSPORTADORA maneja costos de envío muy inferiores a los de la competencia, además de que LA EMPRESA y LA TRANSPORTADORA llevan muchos años trabajando conjuntamente, lo cual ha generado la meta de progresar conjuntamente. Por otra parte, cambiar de transportadora implicaría transportar toda la mercancía a otra bodega, organizarla e iniciar desde cero una relación colaborativa junto con la nueva empresa, ocasionando que se dé un periodo de adaptación [18].

Rediseñar el proceso logístico de salida de LA EMPRESA incluyendo una mejor utilización de los recursos físicos. (A5) obtuvo un 26,44% de preferencia, es por esto que será la alternativa seleccionada para mejorar el incumplimiento de los tiempos de entrega de los pedidos en LA EMPRESA. Las operaciones relacionadas con los procesos de alistamiento, carga y despacho de productos representan el 63% del costo total de las actividades que se realizan en la bodega. En la actualidad las empresas necesitan despachar mayor número de órdenes, con más frecuencia y con la máxima precisión posible, es por esto al optimizar los procesos de logística de salida de LA EMPRESA y mejorar la forma en la que se utilizan los recursos físicos será posible disminuir los tiempos de recolección, alistamiento y carga, disminuir las distancias recorridas con mercancías y estandarizar los procesos logísticos de la bodega [32].

Por otra parte es importante resaltar que a pesar de la cercanía entre el puntaje de las alternativas de rediseñar los procesos logísticos(A5) y recibir asesorías por parte de una empresa externa(A3), se decidió junto al Jefe de Logística y el Gerente de LA EMPRESA que se escogería la primera de estas (A5), puesto que el diseño lo hará directamente el equipo de proyecto de diseño con base en los conocimientos y las herramientas aprendidos a lo largo de la carrera, además que para contratar a una empresa externa se necesitaría una gran inversión en capital, lo cual representaría un gasto que el Gerente no está dispuesto a asumir.

D. Objetivos

Objetivo general

Rediseñar el sistema de procesamiento de pedidos en una empresa agroquímica, con el fin de disminuir el incumplimiento en los tiempos de entrega mediante la estandarización y el manejo de inventarios.

Objetivos específicos

- Caracterizar el sistema actual de procesamiento de pedidos e identificar actividades que no agreguen valor
- Diseñar un modelo de programación lineal para la asignación de productos en estanterías.
- Diseñar un plan para mejorar el desempeño del sistema de procesamiento de pedidos.
- Validar la propuesta de diseño con respecto a los requerimientos de los grupos de interés.

E. Plan de Trabajo (PdT)

El plan de trabajo se realizó teniendo en cuenta el objetivo general y los específicos, a cada uno se le asignaron actividades claves para poder cumplirlos, con base en áreas del conocimiento de la Ingeniería Industrial y herramientas ingenieriles que pertenecen a cada una de estas. Para cada objetivo se asignaron entregables, con su respectiva fecha, tal como se puede evidenciar en la Tabla 15.

TABLA XV

PLAN DE TRABAJO

Objetivo General

Rediseñar el sistema de procesamiento de pedidos en una empresa agroquímica, con el fin de disminuir el incumplimiento en los tiempos de entrega mediante la estandarización y el manejo de inventarios.

Objetivo específico	Actividades	Área HISE	Herramienta	#	Entregable	Fecha inicio	Fecha fin
Caracterizar el sistema actual de procesamiento de pedidos e identificar actividades que no agreguen valor	Evaluar el sistema actual de procesamiento de pedidos	Work Design and Measurement	Diagnóstico TPM	F	Diagnóstico del sistema actual de Logística de Salida. Informe de las actividades críticas del proceso y como mejorar su desarrollo.	mié 04/08/21	mar 24/08/21
			LA TRIADA (paso 2 diagnóstico del estado inicial)				
			Diagrama de spaghetti del proceso de picking				
Diseñar un plan para mejorar el desempeño del sistema de procesamiento de pedidos.	Desarrollar una propuesta de mejora al proceso de alistamiento de LA EMPRESA	Facilities Engineering and Energy Management	Principios de picking	E	Nueva política de alistamiento de picking, con una mejor utilización de los recursos físicos.	mié 25/08/21	vie 01/10/21
			LA TRIADA (paso 3 de rediseño de elementos)				
			TPM				
Diseñar un modelo de programación lineal para la asignación de productos en estanterías.	Realizar el modelo de programación lineal para la asignación de productos en estanterías teniendo en cuenta el sistema actual y la propuesta	Operations Research Analysis	AMPL	B	Planteamiento del modelo de asignación, función objetivo y restricciones	lun 04/10/21	vie 22/10/21

	Desarrollar un diseño de la propuesta con base a un modelo de programación lineal para asignación de productos en estanterías.	Operations Research Analysis	Flexsim		Propuesta de diseño de la asignación de productos en estanterías		
Validar la propuesta de diseño con respecto a los requerimientos de los grupos de interés.	Crear un modelo que represente el Sistema de Procesamiento de Productos con base en las propuestas de mejora, teniendo en cuenta las nuevas ubicaciones de los productos en las estanterías	Operations Research Analysis	Flexsim	M	Resultado del modelo propuesto vs la situación actual	lun 25/10/21	mar 16/11/21

V. MEJORAR

A. Desarrollo del Diseño de Solución

El desarrollo del diseño de la solución se realizó en tres pasos cada uno relacionado con el logro de uno de los objetivos específicos del proyecto:

- Caracterizar el sistema actual de procesamiento de pedidos e identificar actividades que no agreguen valor.
- Diseñar un modelo de programación lineal para la asignación de productos en estanterías.
- Diseñar un plan para mejorar el desempeño del sistema de procesamiento de pedidos.

1) Caracterizar el Sistema Actual de Procesamiento de Pedidos e Identificar Actividades que no Agreguen Valor

Evaluar el sistema actual de procesamiento de pedidos

Para cumplir con el objetivo específico del plan de trabajo “Caracterizar el sistema actual de procesamiento de pedidos e identificar actividades que no agreguen valor” se procedió a usar información sobre el proceso de procesamiento de pedidos, la cual había sido recolectada cuando el equipo inicio del proyecto y deseaba conocer y entender el área de Logística de Operaciones, por lo que había aplicado el segundo paso de LA TRIADA “**Diagnosticar el estado inicial detallado de un área cuya triada no cumple con las características deseadas**” el cual consta de las siguientes etapas que se muestran en la Fig. 22[17]. El procesamiento de pedidos incluye desde que se recibe la orden de despachar un producto, hasta que el pedido queda listo para ser enviado. Las actividades de procesamiento de pedidos son realizadas principalmente en LA TRANSPORTADORA y están a cargo del Jefe de Bodega y el Auxiliar de Bodega. Con el análisis de estas funciones de procesamiento de pedidos se pudo visualizar el impacto o valor que aportaba cada una de estas. Por motivos de extensión las etapas 0 a la 11 están en el Anexo 25 Paso 2 Triada.



Fig. 22. Diagnóstico Estado Inicial [17]

Etapa 12. Consolidación de información para análisis final

A partir del consolidado del paso 10 (Ver Anexo 14 Consolidado Paso 2), se realizó un nuevo consolidado (Ver Anexo 15 Consolidado General Área) que agregaba ciertos criterios con la finalidad de hacer un análisis más exhaustivo del área; los criterios contemplados fueron [17]:

- Volumen mes: se cuantifica el número de veces que se realiza la actividad en un mes.
- Minutos mes: para la realización de este cálculo se toma el volumen mes y se procede a multiplicar por el tiempo por actividad.
- Rango de días laborales por semana: en este punto se calcula el tiempo en minutos que se requiere para llevar a cabo las actividades antes mencionadas.
- Total mes: se presenta la totalidad del tiempo ejecutado por cada actividad realizada por el colaborador. Siendo la sumatoria del tiempo en el punto anterior.
- Porcentaje de participación de tiempo: este campo indica qué porcentaje representa la actividad que realiza con base a la totalidad de las actividades.
- Jerarquía: en este campo se indica cuál de las actividades es la que presenta mayor importancia.

Toda esta información se puede observar en el Anexo 25 paso 2 triada, no obstante, a modo de resumen se consolidó la información más pertinente en la Tabla 16 y en la Tabla 17.

TABLA XVI

DUPLICIDAD DE ACTIVIDADES DE LOS COLABORADORES DE LA EMPRESA

				% Porcentaje de ocupación por actividad		Tiempo mensual empleado por actividad(minutos)	
Actividad	Duplicidad (Si/No)	Responsable 1	Responsable 2	JEFE DE LG	AUXILIAR DEL JEFE	JEFE DE LG	AUXILIAR DEL JEFE
PROCESAR ORDEN DE PEDIDO	SI	JEFE DE LG	AUXILIAR JEFE	68,5%	87,1%	6600	6600
REALIZAR ORDEN DE COMPRA DE MANTENIMIENTO DE PRODUCTOS	NO		AUXILIAR JEFE	0	0,8%	0	60
REALIZAR ORDEN DE COMPRA DE PRODUCTOS	NO		AUXILIAR JEFE	0	0,5%	0	40
REALIZAR ORDEN DE COMPRA DE MATERIAL DE EMPAQUE	NO		AUXILIAR JEFE	0	0,5%	0	40
REALIZAR ORDEN DE COMPRA DEL ETIQUETADO	NO		AUXILIAR JEFE	0	2,1%	0	160
REALIZAR INVENTARIO CÍCLICO	NO		AUXILIAR JEFE	0	8,4%	0	640
REALIZAR ACTA DE RECEPCIÓN DE MERCANCÍAS EN BODEGA	NO		AUXILIAR JEFE	0	0,5%	0	40
PROCESAR SALES CONTRACT	NO	JEFE DE LG		1,0%	0	100	

PROCESAR DISEÑO DE PRODUCTOS	NO	JEFE DE LG		0,6%	0	60	
ORGANIZAR EL INVENTARIO FÍSICO	NO	JEFE DE LG		5,0%	0	480	
REALIZAR SEGUIMIENTO A CADA UNA DE LAS IMPORTACIONES EN TRÁNSITO Y EN PRODUCCIÓN	NO	JEFE DE LG		24,9%	0	2400	

Cómo es posible evidenciar los colaboradores de LA EMPRESA realizan actividades sin duplicidades y la única actividad que posee duplicidad es la que corresponde a procesar la orden de pedido, no obstante no es posible eliminarla, puesto que es indispensable para alistar el proceso de alistamiento de pedido, por otra parte tampoco es posible asignarla a un solo colaborador, puesto que es la que más carga de trabajo representa para el Jefe de Logística(68,5%) y para el Auxiliar de Bodega (87.1%), razón por la cual es una actividad que debe tener duplicidad. Adicionalmente es pertinente resaltar que cada una de las actividades que realizan es indispensable para llevar a cabo los procesos logísticos de LA EMPRESA.

TABLA XVII

DUPLICIDAD DE ACTIVIDADES COLABORADORES DE LA TRANSPORTADORA

#	Actividad	Duplicidad (Si/No)	Responsable 1	Responsable 2	% Porcentaje de ocupación por actividad		Tiempo mensual empleado por actividad (Minutos)	
					JEFE DE LOGÍSTICA	AUXILIAR DEL JEFE	JEFE DE LOGÍSTICA	AUXILIAR DEL JEFE
1	REMISIÓN A JEFE DE BODEGA	NO	JEFE BODEGA		12,47%		316,8	
2	REGISTRO WMS DE LA TRANSPORTADORA	SI	JEFE BODEGA	AUXILIAR BODEGA	11,95%	3,95%	303,6	101,2
3	IMPRIMIR GUIA	SI	JEFE BODEGA	AUXILIAR BODEGA	8,31%	2,75%	211,2	70,4
4	LLENAR FACTURA	SI	JEFE BODEGA	AUXILIAR BODEGA	21,21%	3,00%	539	77

5	RECOGER PEDIDO CON MONTACARGAS	SI	JEFE BODEGA	AUXILIAR BODEGA	4,85%	14,42%	123,2	369,6
6	ORGANIZAR EN ESTIBAS MANUALMENTE	SI	JEFE BODEGA	AUXILIAR BODEGA	11,08%	21,97%	281,6	563,2
7	REUBICAR MERCANCÍA DE INVENTARIO	SI	JEFE BODEGA	AUXILIAR BODEGA	4,50%	13,39%	114	343,2
8	MARCAR MANUALMENTE EL PEDIDO	SI	JEFE BODEGA	AUXILIAR BODEGA	8,31%	16,48%	211,2	422,4
9	VERIFICAR QUE LA ORDEN ESTÉ COMPLETA	SI	JEFE BODEGA	AUXILIAR BODEGA	13,85%	13,73%	352	352
10	TRASLADO A ZONA DE DESPACHO	SI	JEFE BODEGA	AUXILIAR BODEGA	3,46%	10,30%	88	264

Cómo es posible evidenciar, solo la actividad 1 no posee duplicidad, razón por la cual es pertinente identificar cuáles de las otras actividades no deberían tener duplicidades. En primer lugar, las actividades 2,3 y 4 son trabajo de oficina, puesto que solo requiere llenar formatos, diligenciar órdenes y actualizar los inventarios en el sistema, es por esto que deberían ser realizadas por el Jefe de Bodega, debido a que es la persona que está más capacitada para realizar estas actividades. Por otra parte, las actividades 5,6,7,8,9 y 10 son actividades que tienen lugar en la bodega, pues hay que manipular los productos, emplear el montacargas y preparar el pedido, estas actividades solo las debería realizar el Auxiliar de Bodega, ya que está más capacitado para usar el montacargas y tiene mayor habilidad para alistar los productos. Con base en estos planteamientos es pertinente rediseñar el proceso de alistamiento utilizando el paso 3 de La Triada, con el fin de eliminar duplicidades o actividades que no agreguen valor como por ejemplo la actividad 9, que consiste en verificar que la orden esté completa, ya que tal como se puede observar ambos colaboradores la realizan, lo cual no agrega ningún valor[17].

Diagnóstico TPM

TPM (*Total Productive Maintenance*) es una metodología japonesa que permite mejorar los productos y servicios en las empresas a través de la integración del operario, las máquinas y la compañía, eliminando pérdidas y mejorando la productividad [36].

Los pilares de TPM son:

- Mejoras enfocadas (Kobetsu Kaizen): Busca una estrategia para eliminar o reducir pérdidas.
- Mantenimiento autónomo (Jishu Hozen): Los operarios aprenden cómo usar adecuadamente las máquinas a su cargo, les hacen arreglos básicos y reportan las anomalías mayores para que estas sean arregladas por los mecánicos y reducir las fallas.
- Mantenimiento planificado: En el cual se realizan y ejecutan planes de mantenimiento para prevenir y predecir inconvenientes, averías o problemas.

- Mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen): Se enfoca en mejorar y mantener las condiciones de los equipos e instalaciones para lograr la meta de cero defectos, reduciendo la variabilidad y mejorando el cumplimiento de los requisitos de calidad.
- Prevención del mantenimiento: Consiste en realizar acciones durante el diseño, fabricación e instalación de equipos de manera que se reduzcan los futuros costos y problemas de mantenimiento.
- Entrenamiento y desarrollo de habilidades: consiste en entrenar los operarios y los mecánicos para usar bien los equipos, aplicar los pilares de TPM, trabajar en equipo, resolver problemas y compartir conocimientos.
- Mantenimiento en áreas administrativas: incluye las acciones que se llevan a cabo en las áreas administrativas como Compras y Planeación para suministrar información para poder coordinar y realizar TPM. También incluye el uso de TPM en áreas administrativas.

Diagnóstico general: LA TRANSPORTADORA cuenta con un montacargas eléctrico Raymond que es alquilado y ha presentado fallas en los rodamientos a causa del uso diario, esta falla se presenta aproximadamente 1 vez cada 6 meses. LA TRANSPORTADORA también tiene un montacargas Hyundai de combustión adaptada a gas que ha presentado fallas en las empaquetaduras puesto que el gas suele llegar con residuos de suciedad que deterioran los empaques y también cada mes se le debe cambiar la pipa de gas, además en ambos montacargas se han presentado anomalías, daños o fallas en los bombillos a causa de la vibración y el desgaste en las llantas por el uso diario. A causa de que LA TRANSPORTADORA no cuenta con un taller propio de mantenimiento para tener un stock de repuestos, ni personal especializado para realizar el mantenimiento correspondiente a los montacargas, cuando hay una avería se contrata a un mecánico especializado para reparar el montacargas y hacerle mantenimiento, independientemente de la falla que se presente, el montacargas puede estar detenido sin usarse entre 3 días y 3 semanas tiempo que depende de la disponibilidad de repuestos en el mercado.

LA TRANSPORTADORA cuenta con personal capacitado para operar los montacargas y también con un área con pasillos amplios y adaptados para el movimiento de mercancía durante las actividades de procesamiento y carga de pedidos. LA TRANSPORTADORA por cuestiones económicas no se ha planteado la compra de un nuevo montacargas sin embargo como se evidencio en la etapa analizar, adquirir un estibador manual es apropiado para el proceso de carga, descarga y procesamiento de pedidos. El alistamiento de los montacargas dura entre 5 y 10 minutos y consiste en realizar una breve limpieza, revisar el aceite (2 veces al día), el mástil de elevación y lubricar la cadena.

Se realizó el diagnóstico detallado de la gestión actual del manejo de los montacargas con un formato basado en los pilares de TPM (ver Anexo 24) que fue proporcionado por nuestra directora de proyecto basada en [37] con el fin de diseñar una estrategia para intervenir los problemas que se detectaron.

Diagrama de spaghetti del proceso de picking

El diagrama de Spaghetti es utilizado en las empresas para evaluar los recorridos especialmente de los operarios, este gráfico se realiza buscando el orden lógico para realizar un proceso o cuando se busca mejorar la eficiencia del mismo, reduciendo desplazamientos y aumentando su rendimiento[40]. La Fig. 23 corresponde al diagrama de spaghetti de la bodega que LA EMPRESA terceriza con LA TRANSPORTADORA. Esta bodega de almacenamiento se compone de seis racks con productos representados por los rectángulos horizontales blancos, es decir que cada rectángulo representa dos racks, tres zonas de alistamiento de pedido representadas por los rectángulos horizontales color naranja, una zona de despacho representada por el triángulo verde y una oficina representada por el cuadrado color rosado, además al lado hay otra bodega que corresponde a la zona de carga y descarga de LA TRANSPORTADORA donde permanece la mayor parte del tiempo el montacargas, a menos que se requiera en la bodega de almacenamiento de LA EMPRESA. Se debe resaltar que los racks número tres y cuatro son utilizados por otro cliente de LA TRANSPORTADORA y por lo tanto no se tienen en cuenta en el recorrido del operario. Para facilitar su ilustración se han utilizado 4 colores diferentes que distinguen los procesos principales que se realizan durante el alistamiento de pedido.

El alistamiento del pedido comienza con el color amarillo en la oficina, donde se intercambia el flujo de información de la orden de compra del Jefe de Logística hacia el Jefe de Bodega. Posteriormente, el Jefe de Bodega registra los datos, llena el formato de la factura manualmente e imprime la guía para disponerse a realizar el alistamiento. Es aquí donde comienza su recorrido en color amarillo dirigiéndose a la bodega de carga y descarga en búsqueda del montacargas, de ahí regresa a la bodega de almacenamiento que utiliza LA EMPRESA y se dirige a los racks, donde en color verde se observa el recorrido que hace por los diferentes racks y ubica en las zonas de alistamiento su pedido, el cual permanece ahí hasta terminar el recorrido por los cuatro racks correspondientes. Después con el color azul se representa el recorrido cuando ya todos los pedidos están preparados en las tres zonas de alistamiento y el jefe de Bodega se dirige nuevamente a cada zona de alistamiento para llevar el pedido completo y

marcado a la zona de despacho utilizando el montacargas donde finalmente con el color negro comienza su recorrido de reorganización de la mercancía que no fue necesaria para alistar los pedidos. Cuando termina de reubicar estos productos en los racks, regresa a su puesto de trabajo para terminar el proceso en el WMS de LA TRANSPORTADORA indicando si hubo alguna reubicación de producto. Los recorridos para recoger producto de los racks también son realizados por el Auxiliar de Bodega.

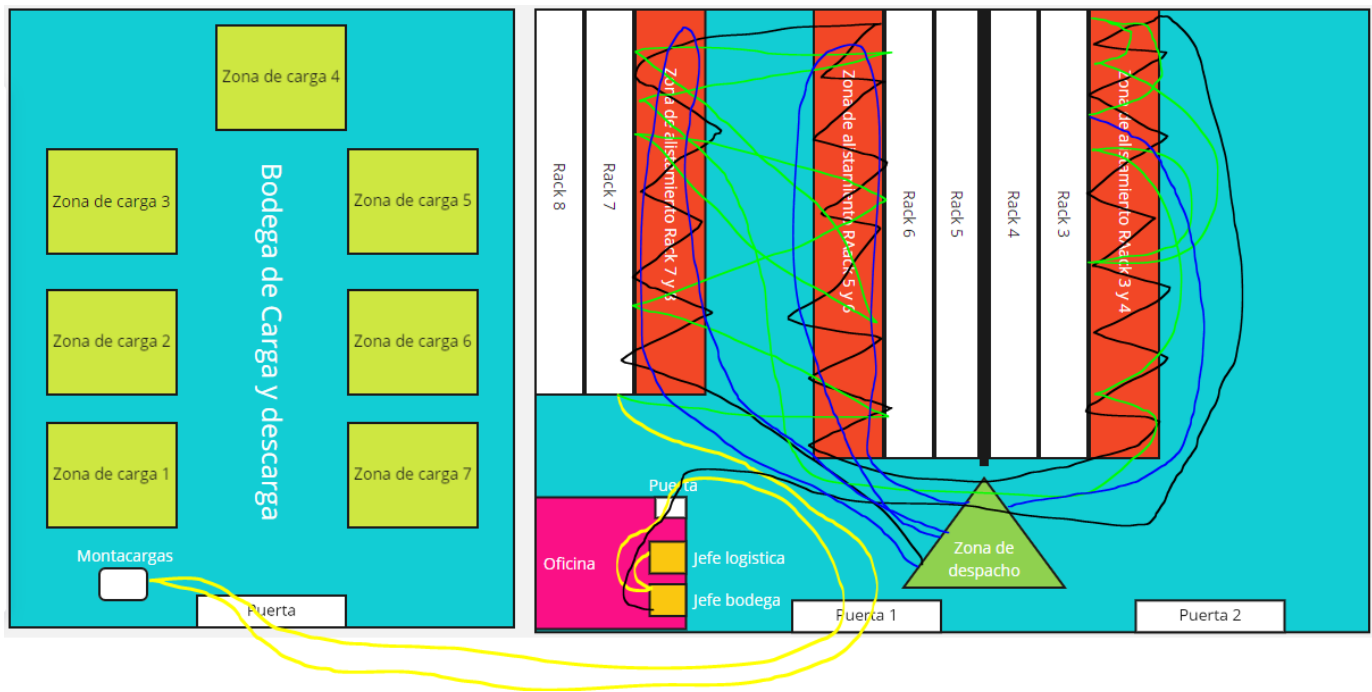


Fig. 23. Diagrama de Spaghetti

Actualmente, la forma en la que el operario se desplaza realizando el alistamiento de pedidos está creando recorridos innecesarios que le restan eficiencia al proceso, ya que debe pasar repetidas veces por la misma parte y el recorrido no tiene un orden específico, además la distribución de los productos en la bodega no tiene unas especificaciones, por lo que se almacena en el primer espacio disponible y las reubicaciones de producto suceden cuando se libera un espacio en el piso número uno del rack, es decir que puede ser en un rack diferente al que estaba al principio y esto solo se documenta en el WMS de LA TRANSPORTADORA por lo que pueden existir pocas unidades que tengan otra ubicación y de las cuales el Jefe de Logística no tenga presente su ubicación. Las zonas de alistamiento del pedido al estar justo en frente de cada rack obstaculizan el camino y además genera que aumente la distancia del recorrido que debe realizar el operario. Por lo anterior se le recomienda a LA EMPRESA que organice sus productos de acuerdo con la demanda, es decir, los que registran más ventas deben estar comenzando los racks y los de menor circulación en la parte de atrás de los racks, es decir al fondo de la bodega, además se deben aplicar principios de picking, puesto que hay muchos cruces en la forma como se recolectan los pedidos, dichos principios están detallados posteriormente en el documento[40].

2) Diseñar un modelo de programación lineal para la asignación de productos en estanterías.

Modelo AMPL

Para la asignación de los productos en las ubicaciones de las estanterías de LA EMPRESA se diseñó un modelo de programación lineal, en el cual se asignan familias de productos a las diferentes estanterías con el objetivo de encontrar el mínimo tiempo de desplazamiento entre la estantería y la zona de despacho, en caso de que se solicite una orden de pedido por parte de un cliente. También es importante resaltar que la formulación del modelo se hizo con base en los conocimientos aprendidos en modelación logística y fue revisado posteriormente por el profesor John Wilmer Escobar, además de que se tuvo en cuenta los requerimientos del Jefe de Logística y el Gerente de LA EMPRESA[41].

En un principio se decidió resolver el modelo de programación lineal con 60 productos y 336 ubicaciones, pero el tiempo de solución aumentó exponencialmente, es por esto que por recomendación del profesor John Wilmer Escobar se suavizó el modelo disminuyendo los elementos de los conjuntos limitado a 30 familias de productos y 42 estanterías. Se entenderá como una familia de productos, a la unión de diferentes referencias de un mismo producto, puesto que hay diferentes presentaciones, en las que varía la cantidad y la concentración, esto se hace con el objetivo de disminuir la extensión del conjunto productos, puesto que al

agruparlos por familias el número se reduce a 30. En segundo lugar, las ubicaciones donde se asignan productos serán las estanterías en vez de ubicaciones individuales, ya que cada estantería tiene 8 ubicaciones, lo cual permite reducir el conjunto a 42 elementos, disminuyendo el número de restricciones del modelo y facilitando su resolución, y generando información que es útil a la empresa. Finalmente se indagó con el Jefe de Logística de LA EMPRESA si había problemas de contaminación cruzada entre familia de productos y este afirmó que no existía ningún problema de contaminación, lo cual se ve reflejado en que los productos actualmente se ubican aleatoriamente sin ningún tipo de control relacionado con este tema.

Conjuntos

$i = \text{FProductos } \{1 \dots 30\}$

$j = \text{Estanterías } \{1 \dots 42\}$

Parámetros

VP_i Volumen en cm^3 del producto i

$CapV_j$ Capacidad en cm^3 de la estantería j

TD_j Tiempo que se demora en ir a la estantería j y poner la mercancía en zona de despacho

TS_j Tiempo que se demora en subir a la estantería j

TB_j Tiempo que se demora en bajar de la estantería j

O_i Ordenes promedio mensual del producto i

CP_i Cantidad promedio del producto i almacenada

Si se desea observar el cálculo de los parámetros observar el anexo 26 Parámetros para modelo de estanterías

Variables de decisión

X_{ij} Cantidad de producto i a almacenar en la estantería j

Y_{ij} 1 si asigno producto i en la estantería j , 0 en otro caso

Función objetivo (descripción más detallada de la función objetivo en el Anexo 27 código modelo asignación de estanterías)

Se debe minimizar el tiempo de alistamiento de los pedidos, por medio de la asignación de ubicaciones óptimas de las familias de productos.

$$\sum_i \sum_j (TD_j + TS_j + TB_j) * O_i * \frac{X_{ij}}{CP_i}$$

Restricciones (descripción más detallada de las restricciones en el Anexo 27 código modelo asignación de estanterías)

R1 Se debe asignar la familia de producto en alguna estantería

$$\sum_j Y_{ij} \geq 1 \quad \forall i$$

R2 Solo se puede poner familias en las estanterías que se le asignaron

$$X_{ij} \leq CP_i * Y_{ij} \forall i, j$$

R3 Restricción de capacidad de volumen

$$\sum_i VP_i * X_{ij} \leq CapV_j \forall j$$

R4 El producto de la familia i almacenado en la estantería j debe ser igual a el total del producto disponible para cada familia

$$\sum_j X_{ij} \geq CP_i \forall i$$

Resultados

Para solucionar el modelo de programación lineal se utilizó el programa Neos Solver, un servidor online que permite optimizar problemas de programación lineal. El resultado del tiempo de desplazamiento fue de 6495,4 segundos. Si se desea ver en detalle los resultados ver el Anexo 26 parámetros para modelo de estanterías.

Por otra parte, el modelo de programación lineal también puede ser de utilidad para determinar cuál debe ser la ubicación que deben tomar los productos dentro de las estanterías, sólo se deben cambiar los parámetros del conjunto de FProductos y Estanterías de modo que no sean tiempos promedio o cantidades promedio, sino que sean los datos específicos para cada elemento de los conjuntos. A modo de ejemplo se realizó un modelo de programación lineal cambiando los parámetros y especificando las ubicaciones que deben tener los productos asignados a la estantería 28, los cuales fueron la familia de productos 1, 2, 4, 24 y 25. En la Tabla 18 se pueden evidenciar las ubicaciones óptimas de la familia de productos y la cantidad que debe ir en cada ubicación dentro de la estantería 28.

TABLA XVIII

UBICACIONES ÓPTIMAS DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS

Familia/Ubicación	175	176	191	192	207	208	223	224	Total
1	28	0	57	52	47	47	47	47	325
2	19	35	0	0	0	0	0	0	54
4	7	0	0	0	11	11	11	11	51
24	0	0	0	0	0	0	0	12	12
25	0	8	0	5	0	0	0	0	13

Diseño en AutoCad

Cómo es posible evidenciar en la representación gráfica de la bodega de LA TRANSPORTADORA, hay 6 racks (se pueden ver en la Fig. 24 como R3, R4, R5, etc.). El rack es una estructura metálica destinada a almacenar mercancía[42]. En la bodega, hay racks que se encuentran uno detrás de otro, como por ejemplo el R4 está detrás del R3, razón por la cual el R4 tiene mayor dificultad de acceso y se debe retirar mercancía del R3 para poder acceder al R4. La bodega consta de 4 racks que están ubicados

al lado derecho de la bodega (R1,R2,R3 y R4) y dos racks que están en la zona de la izquierda(R3 y R4), estas dos zonas de la bodega se dividen por una pared de concreto, dicha pared se delinea con rojo para que sea más fácil de observar. Finalmente es importante resaltar que en el lado izquierdo de la bodega hay más racks pero solo se representaron los que pertenecen a LA EMPRESA.

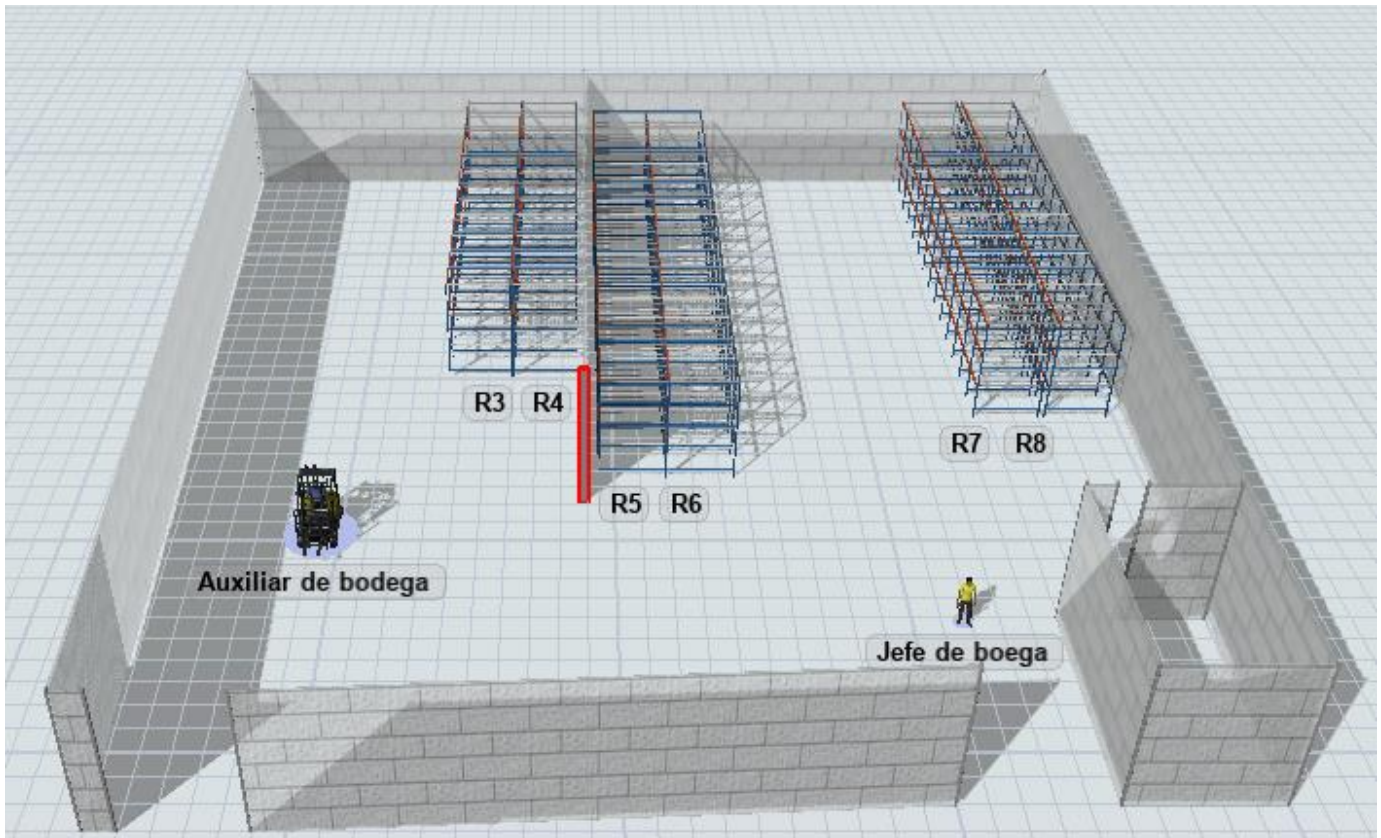


Fig. 24. Representación gráfica de la bodega de LA TRANSPORTADORA

Detallando específicamente los racks, cada uno está compuesto de estanterías, las cuales a su vez se componen de 8 ubicaciones en donde se almacenan las mercancías. En la Fig. 25 Se puede evidenciar una representación gráfica de las estanterías y las 8 ubicaciones de las estanterías.

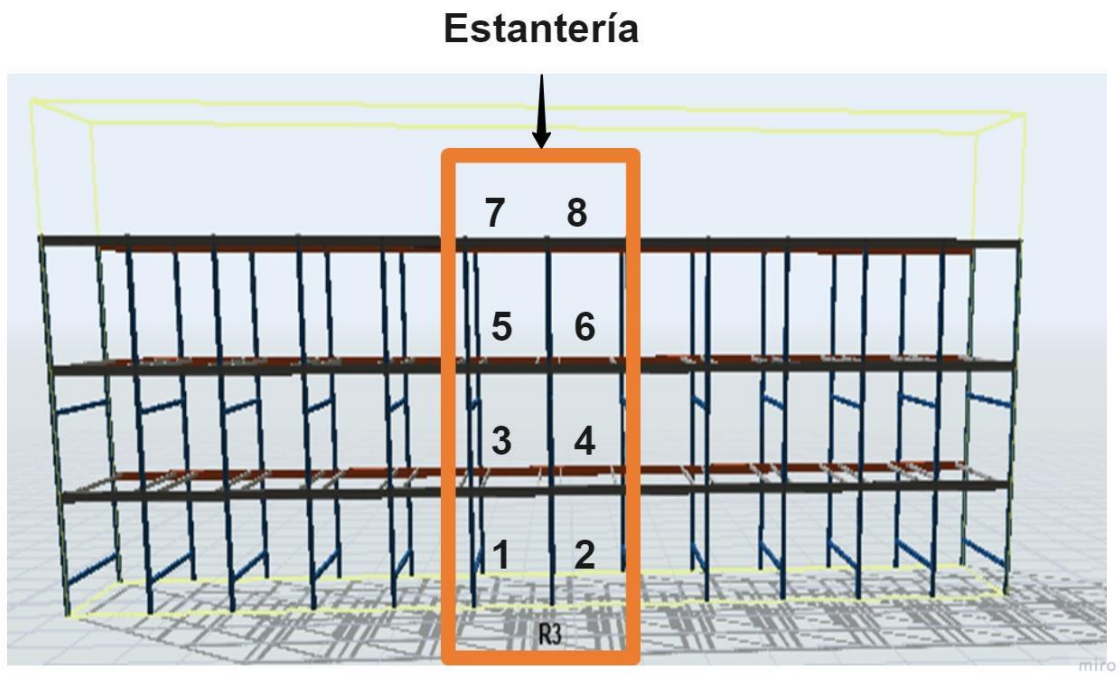


Fig. 25. Representación gráfica de las ubicaciones de las estanterías

Teniendo en cuenta las nuevas asignaciones de productos en estanterías calculadas con el modelo de programación lineal se realizó el diseño de la bodega de LA TRANSPORTADORA en Flexsim, es importante resaltar que las familias de productos eran ubicadas aleatoriamente por la empresa y ahora con el modelo de asignación, las familias de productos están ubicadas en conjunto (en la Fig. 26 cada color representa una familia de productos), teniendo en cuenta la cantidad de órdenes solicitadas por el cliente, razón por la cual se ubican más cerca de las puertas de salida la mercancía que más solicitan los clientes con el objetivo de reducir el tiempo de alistamiento. Por otra parte los racks no se pueden cambiar de ubicación, puesto que no hay espacio disponible, ya que está ocupado por mercancía de otras empresas, las cuales no se representarán gráficamente dentro del diseño. El diseño se puede observar en la Fig.26.

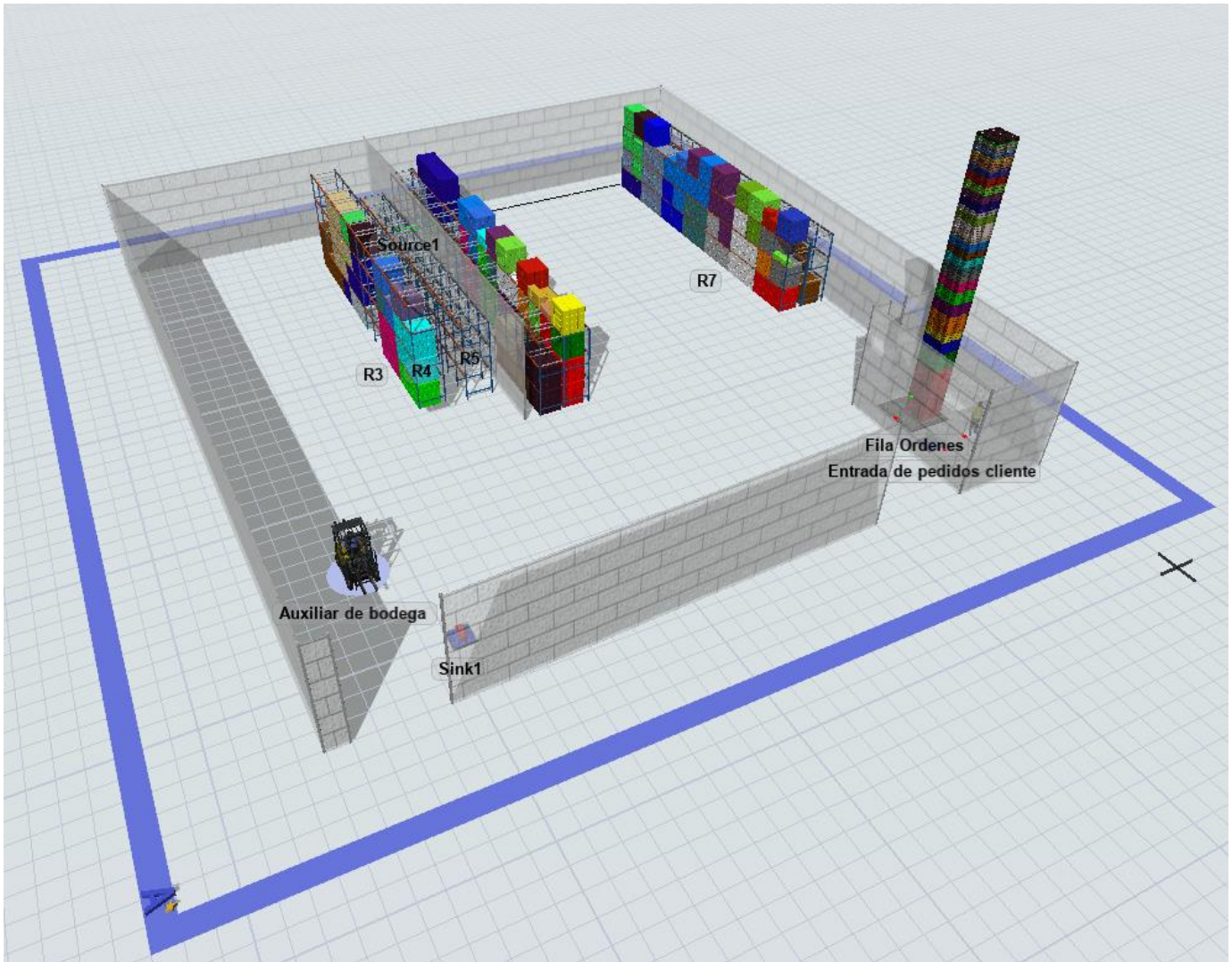


Fig. 26. Diseño de la bodega [17]

3) Diseñar un plan para mejorar el desempeño del sistema de procesamiento de pedidos.

La Triada Paso 3 - Rediseñar los elementos de la triada del área que necesitan ajustarse para cumplir con las características deseadas.

Con el objetivo de cumplir con las características deseadas para el modelo de la triada se emplearon las siguientes 5 etapas de rediseño[17]:

- Etapa 1 Planeación Operativa
- Etapa 2. Cálculo de cargas
- Etapa 3 Propuesta de estructura
- Etapa 4 Costeo de la nueva estructura
- Etapa 5 Perfiles de cargo

Etapa 1 Planeación Operativa

La planeación operativa del proceso de Gestión de Operaciones fue realizada de manera que dicho proceso quedará establecido de manera detallada, lógica y coherente. La Fig. 27 muestra las etapas de dicha planeación operativa.

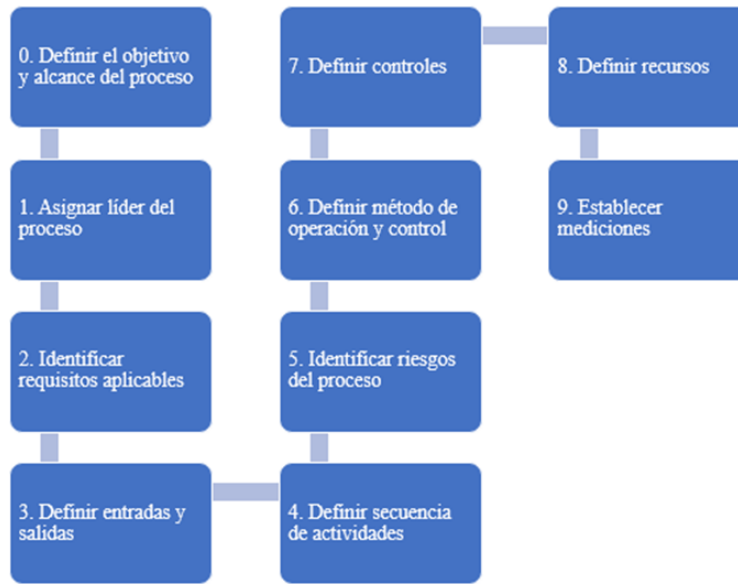


Fig. 27. Etapas de la planeación operativa :Fuente: [36]

La Fig. 28 muestra las entradas y salidas de la planeación operativa.

ENTRADAS	SALIDAS
Planeación estratégica	Objetivos, alcance e interacciones
Requisitos de las partes interesadas	Riesgos
Desempeño del proceso	Recursos y competencias
	Plan de control

Fig. 28. Entradas y salidas de la planeación operativa: Fuente: [36]

El detalle de todas las etapas de la planeación operativa está en el Anexo 28. A continuación, se muestra la caracterización del proceso de Gestión de Operaciones (Fig.29) , la cual incluye información de algunas de las etapas de la planeación operativa: definición de las entradas y salidas del proceso (etapa 3) , secuencia de las actividades (etapa 4) y recursos (etapa 8). También se llevó a cabo el plan de procesamiento de pedidos el cual puede verse en el Anexo 37.

RESULTADOS
-Cumplimiento de entrega de todas las ventas.
-Inventarios en bodega al 100% de exactitud.
-Factura
-Remisiones
-Guías

PARTES INTERESADAS
-Gestión Comercial
-Gestión Estratégica
-Clientes

ENTRADAS	PLANEAR	HACER	VERIFICAR	ACTUAR
-Productos -Ordenes de Compra -Directrices gerenciales -Documento de importación	-Planificar el orden de despachos	-Realizar la recepción de contenedores con producto en la bodega -Realizar el almacenamiento de los productos en la estantería -Correr el modelo para tener las ubicaciones de los productos en estanterías -Registrar las ordenes de despacho en el WMS de la compañía -Enviar remisión vía email en formato PDF al operador logístico contratado -Realizar picking de alistamiento en bodega -Realizar alistamiento físico de los pedidos -Realizar despacho de los productos	-Verificar la recepción de ingreso de productos con base en el pack list de la importación. -Verificar el alistamiento físico de los pedidos. -Verificar el despacho correcto de los pedidos. -Verificar la exactitud del inventario físico de todos los productos de la compañía.	-Solucionar los trocamientos y malos despachos que se puedan presentar en bodega.

PROVEEDOR
-Proveedor Internacional -Gestión Comercial -Gestión Estratégica

DOCUMENTOS DE SOPORTE
Anexo 28 Etapa 1 paso 3 Triada

REGISTROS DE SOPORTE
-Email de trazabilidad a operador logístico

RIESGOS
Ver Anexo 38 Matriz de Riesgos

RECURSOS
-Operador Logístico de transporte y almacenamiento -Empresas de transporte asociadas a la cadena logística -Computadoras -WMS

Fig.29.

Caracterización Gestión de Operaciones.

Etapa 2. Cálculo de cargas

Con base en la información recogida en el paso 2 de LA TRIADA, se realizó el recálculo del porcentaje de carga de cada colaborador teniendo en cuenta el consolidado general de actividades y eliminando o reasignando las actividades con duplicidades y actividades que no agregan valor[17].

Partiendo de la matriz de duplicidades (Anexo 12) se realizó una reunión con el Gerente de LA EMPRESA, con el objetivo de evaluar las actividades que es necesario que tengan duplicidades dentro del área o si por el contrario son actividades que se pueden eliminar, puesto que no son una prioridad para el colaborador que las realiza. En la Tabla 19 se encuentra el consolidado final de las actividades que se eliminaron.

TABLA XIX

CONSOLIDADO DE ACTIVIDADES ELIMINADAS

Actividad con duplicidad	¿Se elimina duplicidad?	Observación
PROCESAR ORDEN DE PEDIDO	NO	Es una actividad con mucha carga
REGISTRO WMS DE LA TRANSPORTADORA	SI	Solo la hará el Jefe de Bodega
IMPRIMIR GUÍA	SI	Solo la hará el Jefe de Bodega
LLENAR FACTURA	SI	Solo la hará el Jefe de Bodega
RECOGER PEDIDO CON MONTACARGAS	SI	Solo la hará el Auxiliar de Bodega

ORGANIZAR EN ESTIBAS MANUALMENTE	SI	Solo la hará el Auxiliar de Bodega
REUBICAR MERCANCÍA DE INVENTARIO	SI	Solo la hará el Auxiliar de Bodega
MARCAR MANUALMENTE EL PEDIDO	SI	Solo la hará el Auxiliar de Bodega
VERIFICAR QUE LA ORDEN ESTÉ COMPLETA	SI	Solo la hará el Jefe de Bodega
TRASLADO A ZONA DE DESPACHO	SI	Solo la hará el Auxiliar de Bodega

Con base en la eliminación de estas actividades (en el Anexo 29 eliminar duplicidades) se procedió a recalcular el porcentaje de carga por actividad de cada colaborador, es importante resaltar que tal como se dijo anteriormente en el paso 2 las actividades de oficina se le asignaron exclusivamente al Jefe de Bodega y las actividades de alistamiento de pedidos en bodega se le asignaron al Auxiliar de Bodega. El consolidado del cálculo de las nuevas cargas se puede observar en la Tabla 20, es importante resaltar que las únicas variaciones ocurrieron en los colaboradores de LA TRANSPORTADORA, puesto que eran los que poseían mayor cantidad de duplicidades razón por la cual solo se ilustrara la variación en estos cargos. Si se desea conocer los cálculos ver Anexo 30 nuevo % de carga x actividad.

TABLA XX
CONSOLIDADO DE LAS NUEVAS CARGAS POR ACTIVIDAD

Actividad	JEFE DE BODEGA		AUXILIAR JEFE DE BODEGA	
	% Antes	% Mejorado	% Antes	% Mejorado
REMISIÓN A JEFE DE BODEGA	12,47%	20%	0%	0%
REGISTRO WMS DE LA TRANSPORTADORA	11,95%	19%	3,95%	0%
IMPRIMIR GUÍA	8,31%	14%	2,75%	0%
LLENAR FACTURA	21,21%	30%	3,00%	0%
RECOGER PEDIDO CON MONTACARGAS	4,85%	0%	14,42%	21,54%
ORGANIZAR EN ESTIBAS MANUALMENTE	11,08%	0%	21,97%	24,62%

REUBICAR MERCANCÍA DE INVENTARIO	4,50%	0%	13,39%	20,00%
MARCAR MANUALMENTE EL PEDIDO	8,31%	0%	16,48%	18,46%
VERIFICAR QUE LA ORDEN ESTÉ COMPLETA	13,85%	17%	13,73%	0,00%
A ZONA DE DESPACHO	3,46%	0%	10,30%	15,38%

Según los resultados el Jefe de Bodega dedica el 100% de su tiempo a realizar actividades administrativas y el Auxiliar de Bodega dedica el 100% de su tiempo en realizar actividades relacionadas con el alistamiento de pedidos, lo cual permite que se enfoquen totalmente en actividades que sí agregan valor para sus respectivos cargos.

Etapa 3. Definir la estructura propuesta

Teniendo en cuenta la etapa 2 Cálculo de Cargas de se encontró que el Jefe de la Bodega y el Auxiliar del Jefe de Bodega actualmente estaban realizando procesos administrativos de la logística de salida, puesto que realizaban trabajo de oficina y actividades de alistamiento de pedidos, ya que ambos preparaban los pedidos, se realizó el organigrama actual del área de Gestión de Operaciones de LA EMPRESA, junto con los subprocesos que desempeña cada cargo tal como se puede observar en la Fig.30.

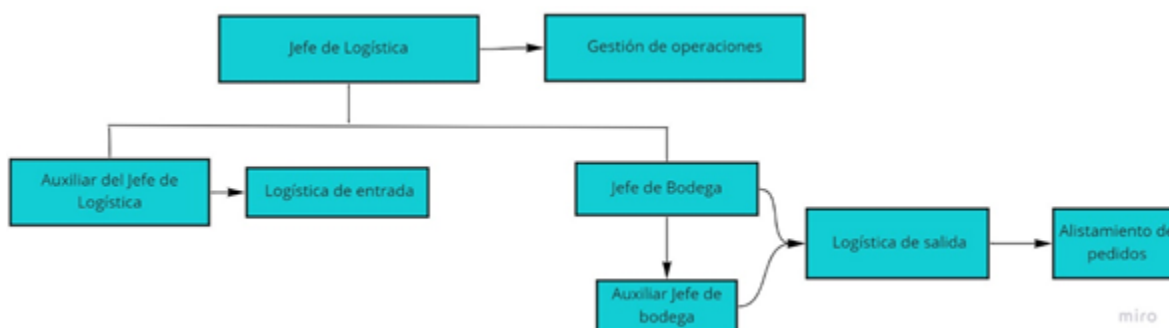


Fig.30. Organigrama actual del área de gestión de operaciones de LA EMPRESA

En la presente etapa, se diseñó el nuevo organigrama con base en las mejoras que se realizaron en la etapa 2, según los resultados del porcentaje de carga por actividad (Tabla 20) se logra evidenciar que el 100% de las actividades que realiza el Jefe de Bodega son administrativas y el 100% de las actividades que efectúa el Auxiliar del Jefe de Bodega se relacionan con el alistamiento de pedidos. La estructura del nuevo organigrama se puede observar en la Fig.31.

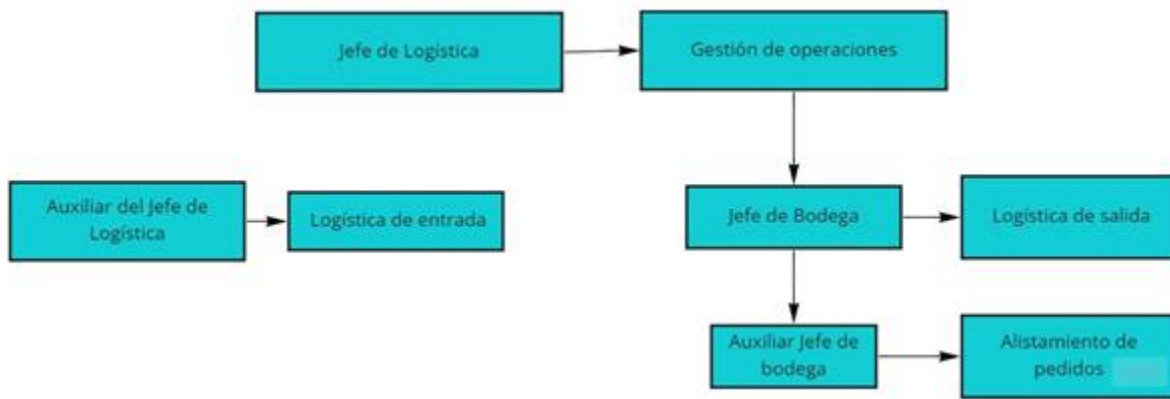


Fig.31. Estructura del nuevo organigrama

Es importante resaltar que, como resultado del análisis en la etapa 2, las decisiones tomadas junto con el Gerente de LA EMPRESA y el porcentaje de carga liberado en los colaboradores que se generó al eliminar actividades con duplicidades que no se encontraban alineadas con el cargo del colaborador, se decidió emplear el porcentaje de carga liberada para potencializar las actividades más importantes de cada uno de los cargos.

Etapa 4 Calcular el indicador de utilización

Resulta oportuno destacar que la utilización disminuyó significativamente respecto a la utilización que se calculó antes de implementar las mejoras, esta comparación se hará posteriormente en la sección de validar la propuesta de mejora. En cuanto al cálculo del porcentaje utilización de la mano de obra de la propuesta de mejora se puede observar que se llegó a un resultado con base en los datos de la Tabla 21.

TABLA XXI

PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA

	Tiempo x actividad	Horas Diarias	Horas a trabajar
Auxiliar del Jefe de Logística	379	6,32	8
Jefe de Logística	438	7,30	8
Jefe de Bodega	104	1,73	2
Auxiliar de Jefe Bodega	104	1,73	2
Total	1025.2	17,09	20

Cálculo del % de utilización en la mano de obra = $\frac{17.09 \text{ horas/día}}{20 \text{ horas/día}} * 100 = 85,43\%$

El Auxiliar del Jefe de Logística y el Jefe de Logística trabajan 8 horas al día tal como se ha dicho anteriormente, el Jefe de Bodega y el Auxiliar del Jefe de Bodega trabajan 8 horas al día, pero estas las reparten entre 4 compañías diferentes incluyendo a LA EMPRESA por lo tanto se asume que trabajan 2 horas por cada compañía por igual. La utilización en la mano de obra disminuye debido a que se eliminan actividades que no agregan valor, lo cual quita carga de trabajo a los colaboradores y les permite emplear el tiempo en potencializar actividades que sí agregan valor.

Etapa 5. Realizar perfiles de cargo

Se actualizó la descripción de los perfiles de cargo del Jefe de Bodega y el Auxiliar de Bodega, marcando en amarillo las actividades que se eliminarían, las cuales fueron mencionadas en la Tabla 20. Además, se actualizó la misión, la autonomía para la toma de decisiones y cualquier otro aspecto que se mencionó en las etapas precedentes. Los nuevos perfiles de cargo se encuentran en el Anexo 31 Nuevos perfiles de cargo.

Principios para ubicación de productos en la bodega y picking

El Picking es uno de los procesos más importantes en las bodegas, puesto que la forma en la que se realice puede generar grandes impactos en el tiempo de preparación de los pedidos, la distancia recorrida y el servicio al cliente. Anteriormente era común que los pedidos fueran grandes, la unidad de carga fueran los pallets, no obstante, se han producido cambios en el mercado y ahora es más común que se den pedidos con pequeñas cantidades de producto y con diferentes referencias, es por esto que la unidad de carga puede ser un pallet, una caja o unidades sueltas. Razón por la cual es necesario tener un plan de recolección que permita reducir el tiempo de preparación de los pedidos, es ahí donde surge la necesidad de emplear los principios Picking, puesto que actualmente LA EMPRESA, realiza el Picking empíricamente, lo cual se ve reflejado en los altos tiempos de alistamiento de pedidos, los cruces, los reprocesos y las actividades que no agregan valor. Los principios son los siguientes[43]:

Principio 1: Asignar los ítems de mayor actividad de recolección (número de veces que llega un pedido de un producto) en las localizaciones más fácilmente accesibles a la bodega. Cómo se pudo evidenciar LA EMPRESA asignaba las ubicaciones de los productos de forma empírica, es por esto que se construyó un modelo de programación lineal para encontrar la mejor ubicación de los productos en las estanterías.

Principio 2: Balancear las actividades de recolección a lo largo de las zonas de picking para reducir la congestión. Las estanterías deben tener un diseño de herradura, puesto que es adecuado para reducir la congestión y el tiempo de recolección, además las rutas de los operarios no deberían tener cruces, si hay cruces es una mala ruta de recolección. Actualmente las estanterías están ubicadas en forma de herradura, por lo tanto, este principio se cumple. Por otra parte, tal como se puede evidenciar en la Fig. 32. se presentan cruces en el recorrido de picking, representado por la línea verde, estos cruces se encerraron en círculos rojos para señalarlos, razón por la cual se debe capacitar a los colaboradores para evitar cruces en los recorridos, es por esto que se realizó una reunión el 20 septiembre con los colaboradores de LA EMPRESA y LA TRANSPORTADORA en donde los miembros del equipo desarrollador del presente proyecto ilustraron cómo es un recorrido de picking mal diseñado y uno correcto. Es importante resaltar que no se realizó un modelo matemático, puesto que los problemas de ruteo son NP-hard (el tiempo de solución crece exponencialmente conforme se aumentan los elementos en los conjuntos) y estos exceden el alcance del proyecto. A continuación, en la Fig.32. y Fig.33. se ilustra un diseño pobre y un buen diseño de picking respectivamente.

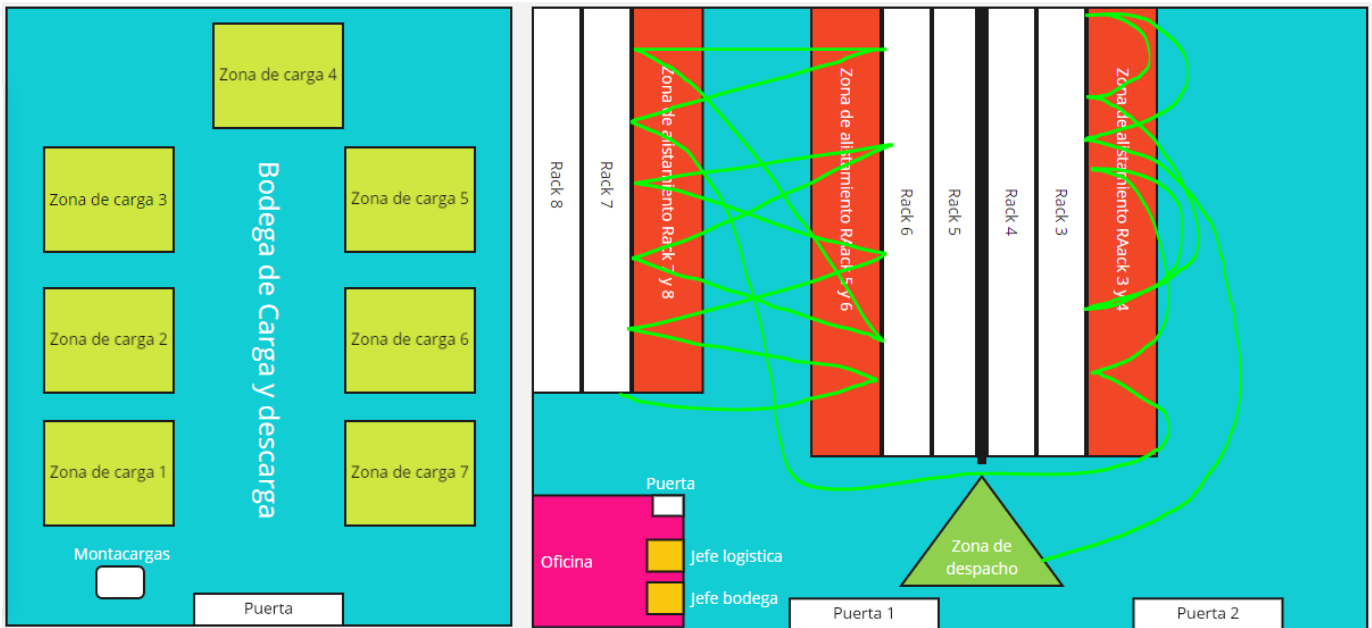


Fig. 32. Mala ruta para picking

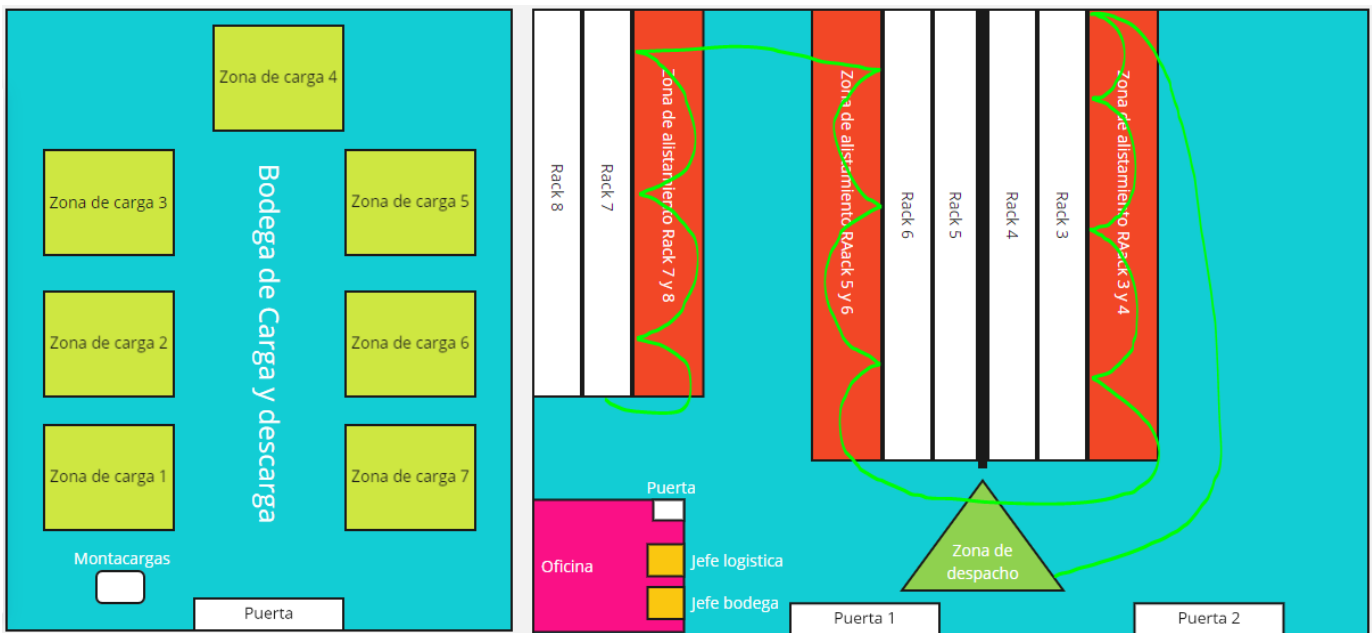


Fig. 33. Buena ruta de picking

Principio 3. Asignar ítems que sea probable requerirlos simultáneamente, en zonas cercanas. Hay ítems que tienen demanda correlacionada y asignar localizaciones cercanas a dichos productos hace que se reduzca el tiempo de recolección de orden y por lo tanto el tiempo promedio total de recolección. LA EMPRESA asigna las ubicaciones de los productos aleatoriamente, por lo tanto no hay correlación entre los productos, es por esto que en el modelo de programación lineal se asignaron familias de productos (productos con características similares) en las mismas estanterías, con el objetivo de que los ítems se relacionen, además de que se facilita el proceso de picking, ya que, si en una orden el cliente necesitara un producto, probablemente también solicitaría el otro, puesto que tienen características comunes.

Principio 4. Establecer zonas separadas de almacenamiento y recolección de órdenes. Se deben establecer dos áreas separadas para almacenamiento primario y para recolección de órdenes. Esto es importante puesto que las zonas de almacenamiento son de

gran altura y las zonas de Picking son de baja altura, facilitando la recolección. Actualmente la empresa tiene las dos zonas juntas y no es posible separarlas debido a que no hay espacio suficiente en la bodega, pues se cuenta con el espacio justo para almacenar la mercancía, sin embargo, si se puede optimizar las ubicaciones de los productos para que los ítems con mayor rotación estén a menor altura.

Principio 5. Agrupar órdenes para reducir el tiempo total de desplazamiento. Órdenes con un solo ítem o un número pequeño de ítems las debe recolectar una sola persona. Por otra parte, se deben agrupar todas las órdenes de un solo producto, recolectar la cantidad requerida y enviarla a la zona de despacho. Si un cliente pide una orden, hacer que un solo operario se encargue de recolectar esos productos y si es posible esperar a que se acumulen más órdenes para realizar un solo ciclo de recolección. LA EMPRESA no seguía este principio, ya que recolectaba órdenes conforme iban llegando, ocasionando que se tuviera que utilizar el montacargas para un solo pedido y luego volver a dejarlo en la zonas de carga y descarga, esto según los principios de picking no es correcto, pues es preferible hacer un solo recorrido, que hacer varias recorridos fraccionados, razón por la cual se llegó a un consenso con LA EMPRESA y LA TRANSPORTADORA para que el proceso de recolección se haga a las 3pm, con el objetivo de que durante toda la mañana se acumulen órdenes y se haga un solo ciclo de Picking. Es importante resaltar que esto solo se hará si no es un pedido muy grande, ya que de lo contrario se corre el riesgo de no tener listo el pedido a las 7 pm, hora en la que llegan los camiones de carga.

B. Validación del diseño propuesto

Para validar la propuesta de diseño se empleó un modelo en Flexsim, el cual representa el proceso de alistamiento de pedidos en la bodega de LA TRANSPORTADORA, en el que se aplicaron los cambios propuestos, relacionados con las nuevas asignaciones de productos en estanterías que se obtuvieron gracias al modelo de programación lineal, la aplicación del paso 3 de LA TRIADA, en el que se eliminaron de duplicidades en actividades de los colaboradores y los principios de picking y asignación de productos. El modelo representa las operaciones que suceden en la bodega en un día rutinario, principalmente las actividades que van de la 5 a la 10 de la Tabla 17 que se relacionan directamente con el alistamiento de pedidos. El auxiliar de bodega se representa mediante un montacargas, el cual debe recoger los pedidos a través de 6 racks ubicados de la misma forma que los que están en la bodega de LA TRANSPORTADORA. Por otra parte, los procesadores representan las actividades que debe realizar el Auxiliar de Bodega y cuando termina de realizarlas el pedido se acomoda en una gran superficie blanca denominada zona de despacho ubicada en la misma posición que en la bodega de LA TRANSPORTADORA. Finalmente hay un combinador cuya función es ubicar las cajas de producto en los pallets dependiendo del tamaño de la orden solicitada por el cliente y hay un separador que separa las cajas del pallet con el objetivo de realizar las actividades que solo afectan a las cajas de los productos como por ejemplo marcar manualmente el pedido. La representación gráfica del modelo se puede observar en la Fig.34.

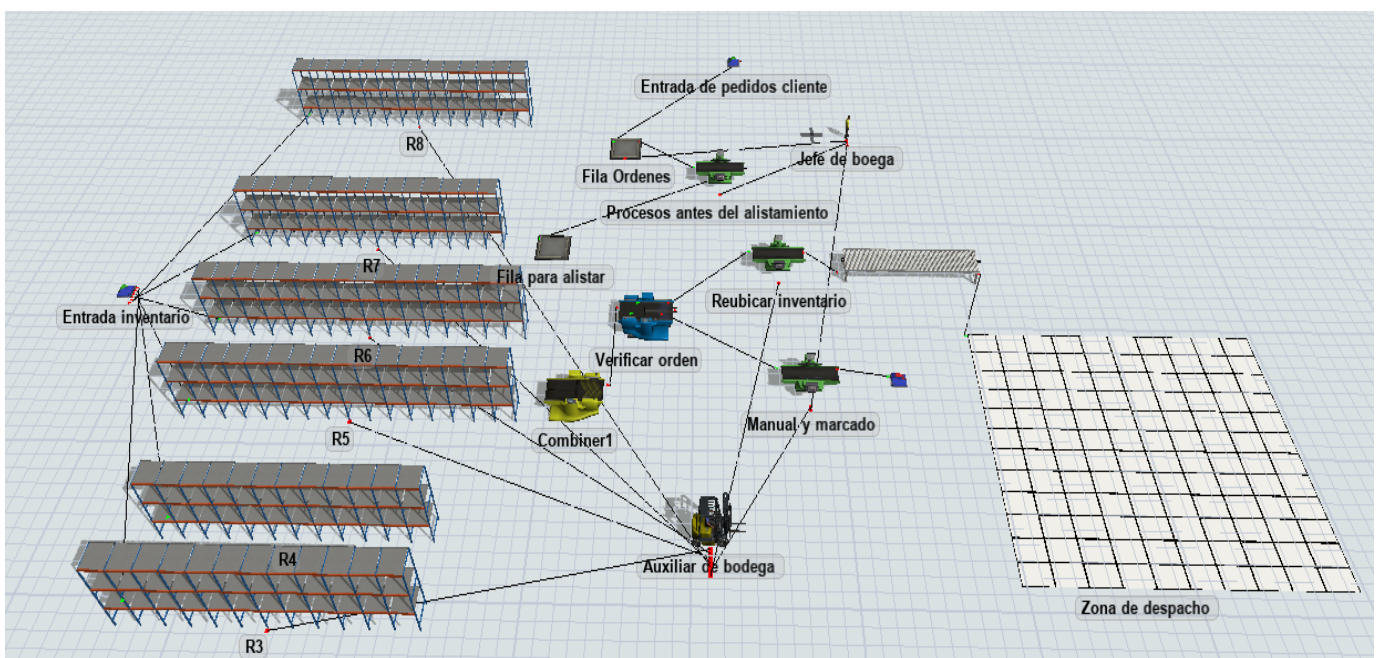


Fig. 34. Representación gráfica del modelo

Para generar el indicador de tiempo de procesamiento de pedido se creó una versión del modelo en la que se alista un solo pedido, compuesto por una sola caja de producto, con el objetivo de compararlo con el indicador unitario de procesamiento de pedido calculado en la Tabla 9, el cual dio como resultado 33,6 minutos. A continuación, en la Fig.35. se puede observar el tiempo unitario de procesamiento de pedidos arrojado por el modelo.



Fig.35. Tiempo

procesamiento de pedidos del modelo

unitario de

Tal como se puede evidenciar el modelo dio como resultado 28,01 minutos. Por otra parte también se diseñó un modelo en el cual se deben procesar las 113 órdenes promedio mensuales de pedido que recibe LA EMPRESA, empleadas como parámetro en el modelo de asignación de productos a estanterías, con el fin de contrastar el tiempo de alistamiento de pedidos entre un modelo en Flexsim con las mejoras aplicadas y un modelo de Flexsim sin las mejoras, es decir que este modelo representará el método de alistamiento de pedidos empleado anteriormente versus el nuevo método. Es importante resaltar que no se tuvo en cuenta las actividades que desempeña el Jefe de Bodega, puesto que este ya no interviene en el proceso de alistamiento de pedidos y solo se tuvo en cuenta las actividades que van desde recoger el pedido con el montacargas hasta la actividad de trasladar el pedido a la zona de despacho. El resultado del modelo antes de la mejora se puede observar en la Fig.36. y los resultados después de la mejora en la Fig.37.

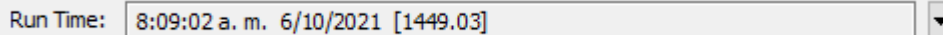


Fig. 36. Resultados antes de la mejora

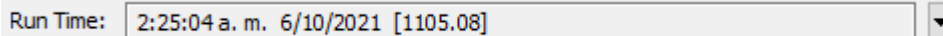


Fig. 37. Resultados después de la mejora

De acuerdo a los resultados antes de la mejora hay un tiempo de alistamiento de pedidos de 1449 minutos y después de la mejora hay un tiempo de alistamiento de pedidos de 1105 minutos, lo cual representa una disminución del 23.74%. Esto quiere decir que al aplicar cambios a una mayor escala los resultados son aún mejores. Los diferentes modelos planteados están en los Anexos 32 mejorado, 33 mejorado para una unidad y 34 situación actual.

En cuanto al indicador de porcentaje de utilización de la mano de obra después de aplicar el paso 3 se obtuvo un resultado de 85,43%, puesto que se eliminan duplicidades y se asignaron actividades que sí agregan valor en los cargos de Jefe de Bodega y Auxiliar de Bodega. Esto es muy beneficioso puesto que antes de la mejora, la utilización de la mano de obra era del 99,06%, lo cual era un problema ya que los colaboradores estaban al máximo de su capacidad operativa ocasionando que, si se presentara algún contratiempo en el proceso de preparar los pedidos, no existiría margen de maniobra para solucionar el problema, ocasionando posibles retrasos en los tiempos de entrega debido a que el pedido no estaría listo para ser despachado. No obstante, con un 85,43% de utilización de mano de obra si hay margen de maniobra y se pueden solventar imprevistos que surjan en el proceso.

Por último para validar el indicador OTIF se empleó un modelo de simulación Montecarlo, este consiste en duplicar o repetir las características y el comportamiento de un sistema real por medio de la generación de números aleatorios, adicionalmente permite construir escenarios basados en diferentes opciones con probabilidades variables, con el objetivo de imitar el comportamiento de variables reales y de esta forma poder predecir cómo van a evolucionar. Para construir estos modelos usualmente se utilizan herramientas como Excel, ya que permiten generar números aleatorios y grandes bases de datos. Por otra parte es importante resaltar que para construir el modelo de simulación Montecarlo de procesamiento de pedidos se necesitaron diferentes variables, como el número de órdenes promedio diarias, el cual corresponde a 6, también se necesitó determinar el tipo de producto que solicita el cliente y su respectivo tiempo de alistamiento, esto es pertinente ya que entre mayor sea el tiempo de alistamiento de los productos es más probable que los colaboradores de LA TRANSPORTADORA no alcancen a preparar el pedido dentro del

tiempo que destinan para realizar actividades de procesamiento de pedidos en LA EMPRESA, ocasionando que no se cumplan el indicador OTIF[44].

Para estimar la variable del tiempo que se destina a procesar pedidos en LA EMPRESA, se consultó al Jefe de Bodega, él afirmó que diariamente se emplean 3 horas para alistar los pedidos de LA EMPRESA, estas horas se reparten entre él y el Auxiliar de Bodega, razón por la cual en el modelo se tomó un rango de 3 horas para alistar los pedidos y si alguna orden no se alistó en este intervalo de tiempo, se tomó como que no podría ser despachada ese día y por ende llegaría con retraso al cliente. Por otra parte, en la Tabla 7 del cumplimiento de entregas del 2020 y el 2021 para el segundo año se obtuvo que un 95,79% de los pedidos que llegaron al cliente en las cantidades correctas, por eso se tomó este valor como referente para la variable de cumplimiento de cantidad, es decir que el 4.21% de los productos no cumplirán con la cantidad especificada. Los datos para generar las variables mencionadas anteriormente que se emplearon antes de la mejora provienen del paso 2 de La Triada y del modelo de simulación en Flexsim de la situación actual. En cuanto al modelo de simulación Montecarlo para después de la mejora se emplearon los datos recopilados en el modelo de Flexsim mejorado y el paso 3 de la Triada, los cálculos están en el Anexo 35 simulación del indicador OTIF. En la Tabla 22 están los resultados arrojados por el modelo, los cuales fueron promediados 10 veces para obtener mayor exactitud, además de que se simularon 1000 días para obtener cada uno de los OTIF. Para cada uno de los 1000 días se generó el número de pedidos, el tipo de producto, el tiempo de alistamiento por producto y se estableció cuántos de los productos estarían listos en el rango de tiempo que se emplea para alistarlos y en las cantidades correctas, en caso de cumplirse las dos condiciones se considerará como un pedido OTIF, posteriormente se sumó la cantidad de pedidos OTIF y se dividió sobre el total de pedidos que se solicitaron durante los 1000 días, con el fin de obtener el porcentaje de cumplimiento del indicador OTIF.

TABLA XXII

SIMULACIÓN DEL INDICADOR OTIF

#	OTIF antes	OTIF mejora
1	63,32%	87,70%
2	63,78%	88,45%
3	63,58%	88,65%
4	63,52%	88,75%
5	63,52%	88,78%
6	63,48%	89,25%
7	63,43%	89,38%
8	63,75%	88,45%
9	63,57%	88,78%

10	63,48%	88,92%
Promedio del OTIF	63,54%	88,71%

Tal como se puede evidenciar en promedio el OTIF antes de la mejora es del 63,54%, una medida muy aproximada al 61,3% que se calculó en la etapa medir más específicamente en la Tabla 8, lo cual refleja que el modelo se aproxima a la realidad, en cuanto al indicador OTIF después de la mejora es del 88.71%, esto refleja un incremento del 27,41% respecto al OTIF inicial del 61,3% y demuestra que las mejoras aplicadas si tuvieron en la simulación un fuerte impacto sobre el sistema actual. Los resultados de todos los indicadores antes y después de la mejora se pueden observar en la Tabla 23.

TABLA XXIII

INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA

Variable	Actualidad	Mejorado	Diferencial porcentual / numérica	Meta
Tiempos de entrega (días) y cantidad entregada(kg)	61,3%	88.71%	27,41%	85% - 95%
Rendimiento en la mano de obra	99,056%	85,43%	13,756%	80%-90%
Tiempo de procesamiento de pedidos	33,6 minutos	28,01 minutos	5,59 minutos	25-30 minutos

Con base en los resultados, fue posible cumplir con las metas de los 3 indicadores, por lo tanto las propuestas de mejora tuvieron un buen impacto en el proceso de alistamiento de pedidos. Esto es un incentivo para aplicar las mejoras de manera gradual en LA EMPRESA y continuar con las actividades de mejora continua. Por otra parte, el éxito de estas medidas se debe en gran parte a la colaboración de los trabajadores de LA EMPRESA Y LA TRANSPORTADORA, además de la gran cantidad de datos que suministraron para realizar los cálculos pertinentes en las propuestas de mejora.

VI. CONTROLAR

A. Medición de los Impactos

1) Medición de los indicadores clave

TABLA XXIV

INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA

<i>Variable</i>	<i>Indicador</i>	<i>Actualidad</i>	<i>Meta</i>	<i>Valor después del proyecto</i>	<i>Diferencia porcentual</i>
<i>Tiempos de entrega(días) y cantidad entregada(kg)</i>	<i>OTIF=Pedidos OTIF Total de pedidos*100</i>	61,3%	85% - 95%	88,71%	27,41%
<i>Rendimiento en la mano de obra</i>	<i>Utilización MO=Horas laborales / Horas laborales estimadas</i>	99,056%	80%-90%	85,43%	13,626%
<i>Tiempo de procesamiento de pedidos</i>	<i>Tiempo de procesamiento de pedido= \sum Tiempo de cada actividad del procesamiento de pedidos</i>	33,6 minutos	25-30 minutos	28,01 minutos	16,64%

2) Impacto Financiero

Para realizar el impacto financiero considerado para la implementación del proyecto en el 2022 y 2023 fue necesario calcular los costos de la mano de obra, es decir el salario de cada operario con todas las prestaciones de ley para hallar el costo real de cada hora trabajada, se calcularon las dotaciones teniendo en cuenta el equipo que ellos reciben como botas de seguridad, casco de seguridad, jean y camibuso, estos costos de dotación se calcularon teniendo en cuenta la parte de uniformes industriales de Home Center[39]. Con lo anterior se pudo calcular el costo de alistamiento y de realistamiento para la empresa sin mejora y con mejora.

Fue fundamental para el análisis la utilización del indicador OTIF de los años 2020 y 2021 con el cual se hizo la proyección de su mejora a los años 2022 y 2023. También se utilizó el crecimiento de las ventas en el sector y se proyectó a los años requeridos para encontrar resultados lo más parecidos a la realidad teniendo en cuenta que actualmente el mercado está afectado por la volatilidad en el precio del dólar y por la escasez de contenedores en China, uno de los países principales para realizar la importación, esto ha provocado que en los últimos meses los precios de los agroquímicos y los bioquímicos aumenten hasta en un 70% [38], por lo que se asume una reducción de ventas y se toma el porcentaje más bajo de crecimiento de los últimos tres años. De acuerdo a lo anterior las ventas para el 2022 son de 925 pedidos, 52 realistamientos sin mejora y 17 re alistamientos con mejora y para el 2023, 942 pedidos 53 re alistamientos sin mejora y 18 con mejora.

Por otro lado en cuanto a los tiempos de alistamiento para el Jefe de Bodega se obtuvo que se demora 0,476 y 0,374 horas por pedido sin mejora y con mejora respectivamente y para el Auxiliar de Bodega se obtuvo que se demora 0,481 y 0,374 horas por pedido sin mejora y con mejora respectivamente, con este valor se calculó el tiempo total requerido anualmente para los alistamientos y re alistamientos de pedidos.

En cuanto a los ahorros, se calcularon así: para el 2022 el costo de alistamiento sin mejora sería de \$10 182 004 y con mejora de \$7 965 562 y la diferencia entre estos dos es de \$2 216 442 representa el ahorro anual. En cuanto a realistamiento para el mismo año se obtuvo que sin mejora los costos serían de \$572 394 y con mejora de \$146 394 lo cual generaría un ahorro de \$426 000 anual.

Para el 2023 se obtuvo que los costos de alistamiento fueron \$10 619 454 sin mejora y con mejora \$8 307 776 esta diferencia dejaría un ahorro de \$2 311 678 al año. Para el re alistamiento los costos sin mejora serían \$597 394 y con mejora de \$158 747 lo que generaría un ahorro de \$438 738 en el año.

La inversión que se propone para la empresa se muestra en la Tabla 25:

TABLA XXV

TABLA DE INVERSIÓN

TABLA DE INVERSIÓN		
DESCRIPCIÓN	TIEMPO	COSTO
Compra de un estibador manual	-	\$2,119,500
Capacitación en picking 2 empleados	1 semana	\$880,500
TOTAL DE INVERSIÓN		\$3,000,000

La inversión que la empresa debe realizar es realmente baja porque se demostró que el mayor impacto del proyecto está en la reducción de tiempos y en la reorganización de la mercancía en la bodega. Aunque invertir en una licencia de un WMS más robusto que permita tener mayor control de las operaciones es conveniente no se considera necesario a corto plazo pues en los 24 meses analizados la operación tampoco genera grandes ahorros y la operación mejora considerablemente en su desarrollo, sin necesidad de invertir en dicha licencia. Es importante resaltar que la capacitación se realiza en horario laboral por lo que también se incurre en un costo de mano de obra pero que no se tiene en cuenta en la inversión porque son costos operacionales.

A continuación, se muestran los flujos y los indicadores analizados para comprobar la viabilidad de la implementación, es importante resaltar que se toma una tasa de descuento de 11% efectiva anual que fue sugerida por la Jefe Financiera de LA EMPRESA y se analizaron indicadores financieros como el VPN (Valor Presente Neto) , la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el RBC (Relación Beneficio Costo).

TABLA XXVI

FLUJOS E INDICADORES ANALIZADOS

	FLUJO
0	-\$ 3,000,000.00
1	\$ 220,203.45
2	\$ 220,203.45
3	\$ 220,203.45
4	\$ 220,203.45
5	\$ 220,203.45
6	\$ 220,203.45
7	\$ 220,203.45
8	\$ 220,203.45
9	\$ 220,203.45
10	\$ 220,203.45
11	\$ 220,203.45
12	\$ 220,203.45

13	\$ 229,201.28
14	\$ 229,201.28
15	\$ 229,201.28
16	\$ 229,201.28
17	\$ 229,201.28
18	\$ 229,201.28
19	\$ 229,201.28
20	\$ 229,201.28
21	\$ 229,201.28
22	\$ 229,201.28
23	\$ 229,201.28
24	\$ 229,201.28
TIO	0.87%
TIR	5%
VPN	\$ 1,841,061.20
RBC	1.613687068

El VPN cuando es mayor a 0 permite afirmar que es viable realizar la inversión en este caso es positivo con un valor de \$1 841 061 , la TIR es un indicador porcentual que cuando es positivo muestra el porcentaje de rentabilidad de la inversión que corresponde a un 5% en este trabajo, y es menor a la tasa de descuento de 11% efectiva anual. El RBC cuando es mayor a uno permite afirmar que el beneficio es mayor respecto al costo en este caso 1,6. Por lo anterior se puede afirmar que si es posible realizar la inversión. Los cálculos completos se encuentran en el Anexo 44.

3) Impacto Social

Gracias a la mejora en el desempeño logístico que el proyecto género, se podría pasar de tener un valor de 61,3% a uno de 88,43% en el indicador OTIF(on time, in full), trayendo como consecuencia que una cantidad mayor de campesinos tengan a tiempo y completos los productos necesarios para reaccionar más rápidamente y proteger sus cultivos, permitiéndoles prevenir, repeler o controlar plagas durante la producción, almacenamiento, transporte o distribución de productos agrícolas. Indirectamente al tener los productos agrícolas más protegidos, la producción aumentará ya que las plagas no afectarán tanto sobre esta, lo que permitirá al consumidor final tener mayor acceso a los productos agrícolas, y además al haber mayor producción se reducirán los costos para el consumidor.

Por otro lado, el reducir el tiempo de procesamiento de pedidos de 33,6 minutos a 28,01 minutos ayuda a que la cadena de suministros funcione mejor y pueda reaccionar más rápidamente a los pedidos de los clientes de LA EMPRESA, incluso en temporadas de lluvia donde el acceso a ciertos lugares del país se convierte en todo un reto.

También es importante resaltar que la reducción en el indicador utilización de la mano de obra de 99,056% a 85,43% influye en que el ambiente laboral sea más ameno y agradable, ya que los empleados de LA EMPRESA no estarán todo el tiempo realizando una tarea y podrán tener lapsos de pausas activas para descansar el cuerpo y la mente un momento.

B. Estandarización de la Solución – POE'S (Plan de Control)

A continuación, en la Tabla 27 se construyó un plan de control, el cual busca que las soluciones propuestas se sigan implementando y que no se vuelvan a presentar las problemáticas que se han identificado a lo largo del proyecto.

TABLA XXVII

PLAN DE CONTROL

				Variable de Control					
Actividad	Responsable	Equipo y software	Método de realización	Proceso	Gestión Ambiental	Salud Ocupacional y Seguridad	Método de Control	Frecuencia	Registro
Realizar la recepción de contenedores con producto en la bodega	Jefe de Bodega / Asistente Logístico / Jefe de Operaciones	Camión	El camión con la importación llega a la bodega, donde lo recibe por lo menos un colaborador de LA EMPRESA junto con el Asistente de la Bodega y los Bodegueros.	Cumplimiento de los pasos de recepción contenedor	Higienización correcta del contenedor	Camión sin abolladuras y precinto no violentado	Revisión con lista de chequeo de control de importaciones	Cada que llegue una importación	Control de importaciones
Correr el modelo para tener las ubicaciones de los productos en estanterías	Jefe de Operaciones y Jefe de Bodega	Ordenador y AMPL	Manual de Usuario del Modelo de Asignación de Ubicaciones: Aplicar metodología explicada en el manual para poder obtener las ubicaciones óptimas de los productos	Asignación de ubicaciones	N/A	N/A	Usar el modelo de programación lineal propuesto, con el objetivo de asignar ubicaciones con mayor cantidad de órdenes mensuales, cerca de la zona de despacho.	Cada que llegue una importación	Resultados modelo
Realizar el almacenamiento de los productos en la estantería	Bodegueros / Asistente Logístico / Jefe de Operaciones	Montacargas / Estibas	Bodegueros bajan del camión los productos con la ayuda del montacargas, los organizan en estibas y los posicionan en las estanterías	Ubicación del producto de acuerdo con los resultados del modelo de asignación	La bodega debe cumplir con regulaciones de SST para evitar plagas o bacterias en los productos almacenados	Uso de Equipo EPP: Botas, casco y guantes.	Listas de chequeo	Cada que llegue una importación	N/A
Registrar las órdenes de despacho en el WMS de la compañía	Jefe de Operaciones / Asistente Logístico	Ordenador	A partir de los pedidos de los clientes, se generan las órdenes de despacho que son registradas en el WMS de LA EMPRESA	Verificar que todas las órdenes queden en WMS	N/A	N/A	Revisión del Jefe de Operaciones o el Asistente Logístico de la digitación de la información en el WMS al recibir una orden de pedido	Diario	Registro en WMS

<i>Enviar remisión vía email en formato PDF al operador logístico contratado</i>	<i>Jefe de Operaciones / Asistente Logístico</i>	<i>Ordenador</i>	<i>El Jefe de Operaciones o el Asistente Logístico al tener la remisión documentada en el WMS de LA EMPRESA se le envía al operador logístico para tener una concordancia entre los pedidos</i>	<i>Envío remisión</i>	<i>N/A</i>	<i>N/A</i>	<i>Revisión que todos los documentos enviados estén correctos</i>	<i>Diario</i>	<i>Email</i>
<i>Realizar picking de alistamiento en bodega</i>	<i>Jefe de Bodega / Auxiliar Bodega</i>	<i>Montacarga</i>	<i>El Jefe de Bodega y el Auxiliar de Bodega con la ayuda de la guía, realizan el respectivo picking siguiendo la metodología propuesta a partir de la capacitación de los principios del picking</i>	<i>Confirmación de picking de todos los productos</i>	<i>N/A</i>	<i>Usar equipo EPP para realizar el respectivo picking de los productos en las estanterías</i>	<i>Aplicar los principios de picking y diagrama de spaghetti mejorado para que no se presenten tantos cruces y se identifique la secuencia del picking, empezando con los productos que están más cerca de la zona de despacho hasta llegar a los que están más alejados.</i>	<i>Diario</i>	<i>Guía</i>
<i>Realizar alistamiento físico de los pedidos</i>	<i>Jefe de Bodega / Auxiliar Bodega</i>	<i>Montacarga</i>	<i>Al haber realizado el picking se dejan los productos listos para ser transportados a la plataforma de crossdocking</i>	<i>Revisión de que todos los pedidos quedaron en la plataforma de crossdocking</i>	<i>N/A</i>	<i>Usar equipo EPP para realizar el alistamiento</i>	<i>Revisión del Jefe de Bodega de las guías y los productos alistados</i>	<i>Diario</i>	<i>Guía</i>
<i>Realizar despacho de los productos</i>	<i>Jefe de Bodega / Auxiliar Bodega</i>	<i>Camión</i>	<i>Se suben los pedidos alistados al camión para que lleguen al cliente final</i>	<i>Confirmación del despacho pedidos</i>	<i>N/A</i>	<i>Usar equipo EPP para realizar el despacho de los productos</i>	<i>Verificación de que todos los pedidos alistados hayan sido cargados al camión</i>	<i>Diario</i>	<i>Guía</i>

Manual de Usuario del Modelo de Asignación de Ubicaciones

El modelo de programación lineal es una herramienta que LA EMPRESA puede seguir empleando para encontrar las ubicaciones óptimas en las estanterías para los productos, a continuación en la Fig.38. se ilustra un flujograma sobre el uso del modelo.

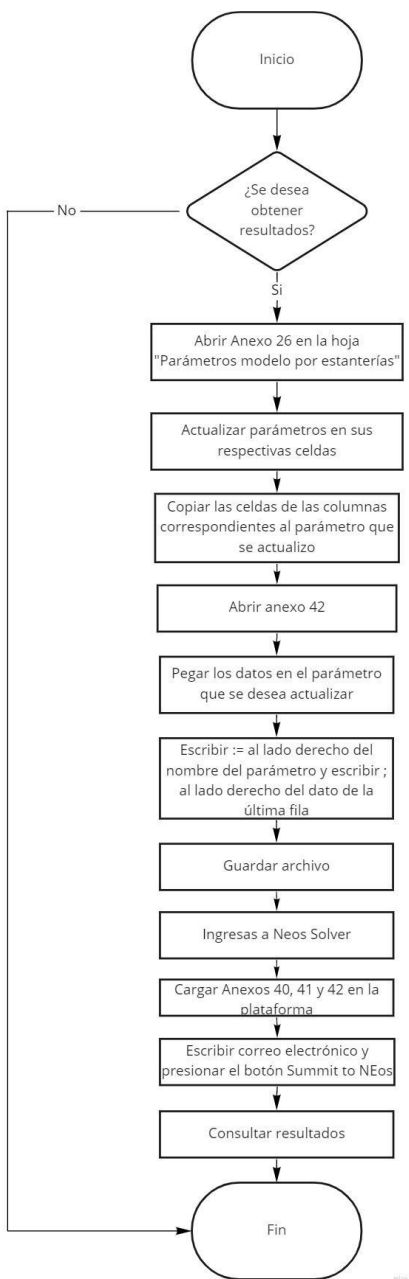


Fig. 38. Flujograma sobre el uso del modelo

Si se desea conocer más a fondo el funcionamiento del modelo es pertinente examinar el Anexo 43 , en donde se encuentra explicado detalladamente cada uno de los pasos que se observan en el flujograma.

C. Conclusiones

Con el objetivo de disminuir las deficiencias en el procesamiento de pedidos se realizó el rediseño de los procesos de alistamiento y despacho de mercancías, lo cual se vio reflejado en la mejora de indicadores clave para el procesamiento de pedidos tales como: la utilización de mano de obra, tiempos de procesamiento de pedidos y el OTIF, específicamente el indicador de utilización de mano de obra disminuyó pasando del 99,056% a un 85,43%, es decir se redujó un 13,756%, permitiendo que sea menor la carga de trabajo de los colaboradores y se pueda reaccionar más ante imprevistos.

En la simulación realizada el indicador de tiempo de procesamiento de pedidos pasó de 33,6 minutos a 28,01 minutos, lo cual representa una mejora del 16,64% y el indicador de pedidos OTIF pasó de 63% a 88,71%, esto representa una mejoría del 44%, lo cual permitirá atender mejor la demanda de productos agroquímicos que solicitan los agricultores. Con la propuesta de diseño fue posible cumplir con todos los indicadores propuestos, los objetivos específicos y entregar totalmente documentado el proceso mejorado y el modelo para asignación de producto a las estanterías, lo cual resultará muy útil a LA EMPRESA y LA TRANSPORTADORA.

Con el objetivo de caracterizar el proceso de procesamiento de pedidos se utilizó el diagrama de spaghetti y el paso 2 de LA TRIADA, estas herramientas permitieron conocer detalladamente las actividades que realizan los colaboradores, sus entradas, salidas, restricciones, reprocesos, los recursos que se emplean, los flujos de productos, flujos de información, los tiempos asociados a las actividades y actividades que no agregan valor. Entre las principales problemáticas que se encontraron, estaba que los colaboradores tenían un mal recorrido de picking. Se reasignaron las actividades que realizaban el Jefe de Bodega y el Auxiliar del Jefe de Bodega, disminuyendo el tiempo que empleaban en el procesamiento de pedidos de 2,17 horas a 1,73 horas.

LA EMPRESA no tenía un método para asignar productos en estanterías, puesto que los almacenaban empíricamente, ocasionando que los colaboradores, en ocasiones debían recorrer grandes distancias para alcanzar productos con gran demanda. Por esto que fue necesario diseñar un modelo de programación lineal, con el objetivo de asignar ubicaciones a los productos con mayor cantidad de órdenes mensuales, cerca de la zona de despacho, por otra parte se redujo el número de productos asignados a los racks 4, 5 y 8, puesto que son los que presentaban mayor tiempo de picking. Antes de usar el modelo de programación lineal había 1618, 1291 y 1768 productos asignados en los racks 4, 5 y 8 respectivamente y después de obtener los resultados del modelo solo habría 371 productos en el rack 5 y 206 en el rack 8, y los productos con mayor cantidad de órdenes mensuales se ubican cerca de la zona de despacho.

Los principios de picking fueron fundamentales para diseñar el diagrama de spaghetti mejorado, pues en un principio se presentaban muchos cruces en los recorridos de picking de los colaboradores, además no se seguía una secuencia lógica, para procesar los pedidos. No obstante, al capacitar a los colaboradores sobre los principios de picking y diseñar el diagrama de spaghetti mejorado, se dejaron de presentar tantos cruces y antes de realizar el picking se identifica cuál debe ser la secuencia emplear, empezando con los productos que están más cerca de la zona de despacho hasta llegar a los productos que están más alejados.

Específicamente para mejorar el desempeño en el procesamiento de pedidos se utilizó el paso 3 de La Triada, puesto que a través de esta herramienta se efectuaron ajustes en los elementos del área con el fin de cumplir con las características deseadas, para lo cual se gestionan los riesgos del proceso, se definieron la secuencia de las actividades de los colaboradores, los métodos con los que se realizan las operaciones y cómo controlarlos, los recursos, las mediciones, una nueva estructura y se llevaron a cabo modificaciones en los perfiles de cargo del Jefe de Bodega y el Auxiliar del Jefe de Bodega de LA TRANSPORTADORA, junto con una reasignación de las actividades que iban más acorde a las funciones de cada cargo. Todos estos cambios permitieron mejorar el desempeño en el procesamiento de pedidos lo cual se ve reflejado en el cumplimiento de las metas propuestas para cada indicador tal como se dijo anteriormente.

Se validó la propuesta de mejora teniendo en cuenta los requerimientos de los grupos de interés mediante una representación del sistema actual y mejorado empleando una simulación en el software Flexsim, con los tiempos y las actividades identificadas en el paso 2 de La Tríada para el sistema actual y el supuesto de que los productos estaban asignados en las estanterías aleatoriamente, posteriormente se realizó el sistema mejorado con base en el paso 3 de LA TRIADA, los principios de picking y el modelo de asignación de productos, lo cual permitió que se disminuyera el tiempo de procesamiento de pedidos de las órdenes mensuales de 1449 minutos a 1105 minutos, esto representa una reducción del 23,74%.

El análisis financiero permite confirmar que el impacto a nivel económico no fue tan grande, pues no se generan grandes ahorros, sin embargo, es suficientemente bueno para realizar una inversión pequeña de \$3 000 000 de capacitación en picking y la compra de un estibador manual que permitirá el buen desarrollo de la propuesta con mayor impacto, es decir, la reducción de tiempos y la realización del proceso de picking. Esto se confirmó analizando indicadores financieros como el VPN, el

RBC, los cuales fueron positivos y permitieron confirmar la viabilidad de la inversión, pero la TIR dio 5% lo cual es menor a la tasa de descuento del 11%.

D. Recomendaciones

LA EMPRESA debería estandarizar los recorridos de picking, puesto que a pesar de que se capacitó a los colaboradores con los principios de picking, estos no generan rutas óptimas, que permitan obtener el menor tiempo de alistamiento.

Es recomendable parametrizar el WMS de LA EMPRESA, al incorporar más funciones y especializarse en el manejo de este software, puesto que actualmente solo se utiliza para llevar un control del inventario.

Se deberían implementar herramientas de Lean como las 5s, puesto que la bodega es muy desorganizada lo cual dificulta el procesamiento de pedidos y no hay ningún tipo de señales para demarcar zonas.

LA TRANSPORTADORA debería disponer un nuevo rack para almacenar los productos de LA EMPRESA, con el objetivo de ya no tener que almacenar productos en los racks traseros (rack 4,5 y 8) , debido a que son los de mayor tiempo de picking .

Sería beneficioso para la LA TRANSPORTADORA y LA EMPRESA obtener un software de ruteo para encontrar rutas óptimas que faciliten la distribución de los productos en las diferentes regiones del territorio colombiano.

La satisfacción del cliente es fundamental para LA EMPRESA, debido a que tienen una gran carga logística, razón por la cual sería beneficioso implementar la filosofía de gestión TQM, esta consiste en fortalecer la comunicación con cada uno de los colaboradores de una organización para que se aseguren de tomar conciencia de la calidad en los procesos que realizan con el objetivo de mejorar la satisfacción al cliente.

VII. GLOSARIO

Bioquímicos: Son productos orgánicos, los cuales tienen composiciones químicas que pueden ser utilizados en diferentes campos de la industria, para generar un valor agregado [5].

Logística: Son las acciones que se deben realizar para que un producto llegue en óptimas condiciones desde el productor hasta el cliente final [7].

Picking: El picking se define como el proceso de traer productos del área de almacenamiento en respuesta a un pedido del cliente. Las órdenes de los clientes corresponden a una secuencia de requerimientos, cada uno compuesto de un producto y una cantidad [34].

Lead Time: Es el periodo de tiempo que transcurre desde la recepción del pedido de un cliente hasta la entrega del producto final [35].

VIII. REFERENCIAS

- [1] E. Nivia, "Semillas" 25 6 2004. [En línea]. Disponible: <https://www.semillas.org.co/es/los-plaguicidas-en-colombia#:~:text=La%20industria%20de%20plaguicidas%20se,para%20la%20venta%20al%20p%C3%BAblico>. [Último acceso: 7 3 2021].
- [2] E. Aplicada, "Economía Aplicada" Economía Aplicada, 4 12 2018. [En línea]. Disponible: <http://www.economiaaplicada.co/index.php/65-agropecuario/1444-ss0210>. [Último acceso: 11 3 2021].
- [3] Pro Colombia, "Entre 2014 – 2018, la producción de agroquímicos en Colombia creció en promedio 6,5%" Pro Colombia, 12 2 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.colombiatrader.com.co/noticias/entre-2014-2018-la-produccion-de-agroquimicos-en-colombia-crecio-en-promedio-65>. [Último acceso: 11 3 2021].
- [4] CNV, "LOS FUNGICIDAS Y HERBICIDAS SON LOS AGROQUÍMICOS MÁS IMPORTADAS AL CIERRE DEL SEXTO MES DEL AÑO" CNV, 25 8 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.cvn.com.co/durante-el-primer-semester-de-2020-ingresaron-45-mil-toneladas-de-agroquimicos-a-colombia-superando-los-us-254-millones/>. [Último acceso: 7 3 2021].
- [5] M. C. Aristizábal, "Estudio sobre Bioquímica" Corporación Bointropic, 2018.
- [6] LA EMPRESA, "Sobre nosotros" LA EMPRESA, [En línea]. Disponible: <https://www.LAEMPRESA.com/nosotros>. [Último acceso: 17 3 2021].

- [7] J. Orrego, "Logística de aprovechamiento", México: Ediciones Parafino, 2014.
- [8] L. EMPRESA, Trazabilidad financiera de LA EMPRESA, Cali: LA EMPRESA, 2021.
- [9] Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura, "Prevención y eliminación de plaguicidas obsoletos" 2021. [En línea]. Disponible: <http://www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/what-dealing/obs-pes/es/>. [Último acceso: 8 3 2021].
- [10] R. A. Rivera, "LOGÍSTICA DE TRANSPORTE Y SU DESARROLLO", Madrid, 2018.
- [11] Leyes, "Constitución política de Colombia", Leyes.co, 13 3 2021. [En línea]. Disponible: https://leyes.co/codigo_sustantivo_del_trabajo/61.htm. [Último acceso: 20 marzo 2021]. [Último acceso: 15 3 2021].
- [12] Leyes, "Constitución política de Colombia" issue, 19 9 2018. [En línea]. Disponible: https://leyes.co/codigo_sustantivo_del_trabajo/61.htm. [Último acceso: 17 3 2021].
- [13]
- [14] J. I. U. R. J. G. C. FELIPE CARLO POLO, «ANÁLISIS DEL IMPACTO SOBRE EL NIVEL DE SERVICIO Y LEAD TIME DE ENTREGAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DESDE BODEGAS EXTERNAS EN LA UNIDAD DE NEGOCIO DE SYNGENTA COLOMBIA,» 2010. [En línea]. Available: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0061352.pdf>.
- [15]
- [16] LA EMPRESA, «Mapa de procesos-LA EMPRESA,» CALI .
- A.F Otero <<Diagrama SIPOC LA EMPRESA>>
- [17] Cuellar Ossa Andres Felipe, Arias Sandoval Emmanuel Jose, "Diseño de un modelo de eficiencia y productividad a partir análisis de los procesos y la estructura administrativa en Carvajal Educacion Colombia", Santiago de Cali, 2020.
- [18] V. M. I. Rivera, «TERCERIZACIÓN DEL TRANSPORTE EN EL CONTEXTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO,» Secretaría de comunicaciones y transporte , México , 2003.
- [19] R. d. logística, «Automatización y Almacenaje,» Revista de logística , n° 39, pp. 48-62, 2018.
- [20] A. A. C. ESPINAL, «GESTIÓN DE ALMACENES Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC),» Scielo , vol. 26, n° 117, pp. 415-171, 2010.
- [21] C. E. Diaz, J. Osorio Arias y H. Lamos, «Mejoramiento de los procesos logísticos de almacenamiento y preparación de pedidos en una empresa del sector textil colombiano,» DYNA, vol. 81, n° 186, 2014.
- [22] M. C. Sanchez, «Oracle, la brújula de Studio F para entregar lo mejor de la moda a sus clientes,» Oracle méxico, 24 12 2020.
- [23] V. J. J. Carabali, «CONFIGURACIÓN DE PASILLOS EN CENTROS DE DISTRIBUCIÓN BASADA EN MODELOS NO TRADICIONALES: MODELO ESPINA DE PESCADO,» Entramado, vol. 9, n° 1, pp. 214-225, 2013.
- [25] LA EMPRESA, «Trazabilidad-Entregas-LA EMPRESA,» CALI .
- [26] LA EMPRESA, «Trazabilidad-Remisiones-LA EMPRESA,» CALI .
- [27] LA EMPRESA, «Tarifas-destinos-nacionales-LA EMPRESA - LA TRANSPORTADORA,» CALI
- [28] González Doris, «IMPLEMENTACIÓN DE CÓDIGO DE BARRAS EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DE UN COLEGIO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ» Bogotá, 2018.
- [29] Legissa, "Automatización y almacenaje", 04 12 2018 [En Línea] Disponible: https://issuu.com/legissa/docs/rev_logistica_ed_39_web [Ultimo acceso: 2 6 2021]
- [30] Mercadolibre, "Mantenimiento de estibadores manuales [En línea] , 2021, Disponible: <https://vehiculos.mercadolibre.com.co/accesorios/mantenimiento-de-estibadores-manuales> [Ultimo acceso: 2 6 2021]
- [31] Logistec, "¿Qué debo tener en cuenta para implementar un WMS?",[En línea] Disponible: <https://www.revistalogistec.com/index.php/scm/administracion-de-inventarios/item/600-que-debo-tener-en-cuenta-para-implementar-un-wms> [Ultimo acceso: 1 6 2021]
- [32] Cubic100, "Cubic WMS", [En línea], Disponible: https://www.cubic100.com/index.php/es/?gclid=Cj0KCCQjwweyFBhDvARIsAA67M72Vd8x3vGJ-wKjAzeu4Y3SctoPCzfw1ibiRyt3Bf9ThXh6Lu8svnAaAhuVEALw_wcB [Ultimo acceso: 1 6 2021]
- [33] ÁLVAREZ H. JOSÉ ANTONIO; «EJEMPLO PRÁCTICO CON EL MÉTODO SCAMPER » Huancayo Peru, 2017
- [34] R. Otero Caicedo, S. Bolívar y N. Rincón García. "Comparación a través del picking en tienda de dos alternativas de entrega en un entorno de servicio a domicilio en supermercados". Cuadernos de Contabilidad, 17 (44), pg. 575-594.
- [35] B. Fahimnia, L. Loung, B. Marian y M. Esmail. "Analyzing & Formulation of Product Lead Time".
- [36] E.A López, «EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM Y LA IMPORTANCIA DEL RECURSO HUMANO PARA SU EXITOSA IMPLEMENTACIÓN» 2009. [En Línea]. Available <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf>
- [37] Okpala.C, Anozie.S, Ezeanyim.O « The application of tools and techniques of total productive maintenance in manufacturing» 2018
- [38] Home Center, «Home Center,» [En línea]. Available: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat10822/ropa-de-trabajo/>. [Último acceso: 21 11 2021].
- [39] L. L. B. Elejalde, «Portafolio,» [En línea]. Available: <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/sector-agropecuario-con-alzas-de-hasta-70-en-sus-insumos-555676>. [Último acceso: 21 11 2021].
- [40] L. A. J. Suarez, «Mejora en el tiempo de atención al paciente en una unidad de urgencias gineco-obstétricas mediante la aplicación de Lean Manufacturing,» Revista Lasallista de investigación, pp. 45-56, 2016.
- [41] J. W. Escobar, «A hybrid metaheuristic algorithm for the capacitated location,» DYNA, Cali, 2014.
- [42] J. Nieto, «RACK: Plataforma de desarrollo rápido de aplicaciones,» Revista de ingeniería y computación, Hannover, 2011.
- [43] J. S. Chávez, «Algoritmos de solución para el problema multidepósito y multiobjetivo de ruteo de vehículos considerando recogida de productos y restricción de precedencia,» Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira , 2017.
- [44] J. G. Guerra, «Caracterización computacional de detectores de Germanio Hiperpuro (HPGe) empleando simulación Montecarlo y optimización mediante algoritmos evolutivos,» ULPGC, Las palmas , 2018.

IX. ANEXOS

TABLA XXVIII

ANEXOS

No. Anexo	Nombre	Desarrollo (propio o terceros)	Tipo de Archivo (PDF, HTLM, Excel, Word...)
1	Trazabilidad entregas LA EMPRESA	LA EMPRESA	Excel
2	Entrevista al Jefe de Logística	Propio	Word
3	Entrevista Gerente de LA EMPRESA	Propio	Word
4	Remisiones del 2020	Propio	Excel
5	Remisiones de LA EMPRESA	Propio	Excel
6	Lista de Actividades	Propio	Excel
7	Actividades Globales	Propio	Excel
8	Trabajo de Grado la Triada	Terceros	Word
9	Tiempo Estándar Actividades	Propio	Excel
10	Cálculo de Indicadores	Propio	Excel
11	Valoración de Tiempos	Propio	Excel
12	Matriz Duplicidades	Propio	Excel
13	Información de Actividades Jefe	Propio	Excel

14	Consolidado Paso 2	Propio	Excel
15	Consolidado General Área	Propio	Excel
16	Matriz Subproceso vs Estrategia	Propio	Excel
17	Matriz Proceso vs Estrategia	Propio	Excel
18	Formato plan de recolección de datos (PRD)	Terceros (Adaptado)	Excel
19	Análisis jerárquico total	Terceros (Adaptado)	Excel
20	Project charter	Propio	Excel
21	Formato Tabla XXX	Terceros (Adaptado)	Word
22	Project 2021-107 Dream Team	Propio	Gantter
23	Tiempo de alistamiento de pedidos	Propio	Excel
24	Diagnóstico y plan de TPM para los montacargas	Terceros (Adaptado)	Word
25	Paso 2 Triada	Terceros (Adaptado)	Word
26	Parámetros para el modelo de estanterías	Propio	Excel
27	Código modelo asignación de estanterías	Propio	Word
28	Etapa 1 paso 3 de la Triada - Planeación Operativa	Terceros (Adaptado)	Word

29	Eliminar duplicidades	Propio	Excel
30	Nuevo % de carga por actividad por cargo	Propio	Excel
31	Nuevos perfiles de cargo	Terceros (Adaptado)	Excel
32	Modelo bodega mejorado	Propio	Flexsim
33	Modelo bodega mejorado para una unidad	Propio	Flexsim
34	Modelo bodega situación actual	Propio	Flexsim
35	Simulación del indicador OTIF	Propio	Excel
36	Matriz de requisitos legales	Propio	Excel
37	Plan de procesamiento de pedidos	Propio	Word
38	Matriz de riesgos	Propio	Excel
39	Recálculo de la eficiencia	Propio	Excel
40	Modelo Tesis	Propio	Notas
41	Comandos Tesis	Propio	Notas
42	Datos	Propio	Notas
43	Manual modelo de asignación de productos	Propio	Word
44	Análisis financiero	Propio	Excel

