

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



FABIÁN ANDRÉS CASTAÑO GIRALDO
Director(a) Proyecto de Diseño



ÁLVARO FIGUEROA CABRERA
Jurado 1



GERMÁN CÓRDOBA BARAHONA
Jurado 2

Santiago de Cali, 18 de junio de 2021

Jorge Enrique Álvarez Patiño
Director del programa de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería y Ciencias
Pontificia Universidad Javeriana Cali

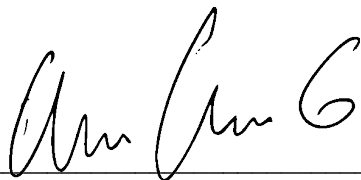
Reciba un cordial saludo.

Después de haber hecho seguimiento al proyecto de diseño bajo mi dirección denominado “Diseño de un sistema para la gestión del espacio de almacenamiento en bodega y *Slotting* en una Empresa del Sector Químico”, desarrollado por los siguientes estudiantes de Ingeniería Industrial:

- Angie Champutiz identificada con cédula de ciudadanía 1.144.210.824
- Nicolás Escandón identificado con cédula de ciudadanía 1.107.531.127
- Valeria Ossa identificada con cédula de ciudadanía 1.107.522.472
- Daniel Villafañe identificado con cédula de ciudadanía 1.107.517.799

Considero que este cumple a cabalidad con los objetivos propuestos. De igual manera, he leído el documento final a cabalidad el cual avalo para que sea entregado y evaluado.

Cordialmente.



Fabián Castaño
Departamento de Ingeniería Civil e Industrial
Pontificia Universidad Javeriana Cali
C.C. 75.108.109 de Manizales.



Diseño de un sistema para la gestión del espacio de almacenamiento en bodega y *Slotting* en una Empresa del Sector Químico.

Angie Champutiz ^{1a,c}, Nicolás Escandón ^{2a,c}, Valeria Ossa ^{3a,c}, Daniel Villafañe ^{4a,c}

Fabián Castaño ^{b,c},

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Civil e Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia

Abstract

The correct management of storage in an organization is a fundamental point for the development of better processes and tools capable of responding to market demand at the lowest possible cost, achieving a decrease in the percentage of costs associated with the storage of goods. In this way, it is possible to continuously increase the added value for the customer, thus achieving a competitive advantage that will bring great benefits for the company in the short and long term.

The approach of a storage method in THE COMPANY starts in August 2020 with a phase of ideas approach for which the design of a system for the management of storage space in warehouse and Slotting in a company of the Chemical Sector is determined, considering that currently great inefficiencies are generated in this process. This project achieves through measurements and studies carried out in THE COMPANY, to quantify this problem, so that with the calculation of various indicators it is possible to establish viable goals to meet the requirements of the various stakeholders.

Once the shortcomings in the analyzed operations have been determined, various tools are explored to facilitate the collection of data and their subsequent analysis to diagnose, in the first instance, the opportunities for improvement. For this purpose, tools such as: fish diagram, 5 whys, mathematical and computational tools, and field work were used as necessary mechanisms to find possible feasible solutions.

Finally, the improvement model is established based on a heuristic location method whose main objective is to reduce the average distances traveled by warehouse workers in order to increase the efficiency of this process.

Key words: Warehousing, Inventories, Heuristic, Location.

Resumen

La correcta gestión del almacenamiento en una organización constituye un punto fundamental para el desarrollo de mejores procesos y herramientas capaces de responder a la demanda del mercado al menor costo posible, logrando disminuir el porcentaje de costos asociados al almacenamiento de mercancías. De este modo, es posible aumentar continuamente el valor agregado para el cliente, logrando así una ventaja competitiva la cual traerá grandes beneficios para la compañía en el corto y largo plazo.

El planteamiento de un método de almacenamiento en LA EMPRESA inicia en agosto del 2020 con una fase de planteamiento de ideas para la cual se determina el diseño de un sistema para la gestión del espacio de almacenamiento en bodega y *Slotting* en una Empresa del Sector Químico, considerando que actualmente se generan grandes ineficiencias en ese proceso. El presente proyecto logra a través de mediciones y estudios realizados en LA EMPRESA, cuantificar dicho problema, de modo que con el cálculo de diversos indicadores es posible establecer metas viables que permitan satisfacer los requerimientos de las diversas partes interesadas.

Una vez determinadas las falencias en las operaciones analizadas, se exploran diversas herramientas que faciliten la obtención de los datos y el posterior análisis de estos para diagnosticar, en primera instancia, las oportunidades de mejora. Para esto se utilizaron herramientas como: diagrama de pescado, 5 por qué's, herramientas matemáticas, computacionales, y el trabajo de campo como mecanismos necesarios para encontrar posibles soluciones factibles.

Finalmente, se establece el modelo de mejora con base en un método heurístico de ubicación el cual tuvo como objetivo principal disminuir las distancias promedio recorridas de los trabajadores de bodega para así aumentar la eficiencia de dicho proceso.

Palabras claves: Almacenamiento, Inventarios, Heurístico, Ubicación.

Tabla de contenido

I.	PROJECT CHARTER.....	5
II.	DEFINIR.....	8
A.	Contexto y Justificación.....	8
B.	Grupos de interés.....	11
C.	Requerimientos.....	13
II.	MEDIR	15
A.	Plan de recolección de datos	15
B.	Medición del sistema actual	17
III.	ANALIZAR	30
A.	Análisis de Causas.....	30
B.	Revisión de Literatura	33
C.	Exploración de Ideas y Selección de Alternativas	35
D.	Objetivos	39
E.	Plan de Trabajo.....	39
IV.	MEJORAR	40
A.	Desarrollo del diseño de la solución	40
B.	Validación del diseño propuesto	52
V.	CONTROLAR.....	54
A.	Medición de los impactos.....	54
B.	Estandarización de la solución- POE'S (plan de control)	55
C.	Conclusiones	55
D.	Recomendaciones.....	56
VI.	GLOSARIO.....	57
VII.	REFERENCIAS	59
VIII.	ANEXOS.....	61

Índice de Tablas

TABLA I.....	8
TABLA II.....	12
TABLA III	14
TABLA IV	16
TABLA V	24
TABLA VI.....	28
TABLA VII.....	29
TABLA VIII	37

TABLA IX.....	37
TABLA X	38
TABLA XI.....	38
TABLA XII.....	38
TABLA XIII	39
TABLA XIV	42
TABLA XV	54
TABLA XVI	61

Índice de Figuras

Fig. 1 Resultados de la Encuesta Anual Manufacturera para el año 2018 [4].....	9
Fig. 2 .Días de rotación de inventario para el abastecimiento y distribución en la industria para el año 2018 [5].....	9
Fig. 3 Componentes del costo logístico en el sector industrial para el año 2018 [5]	10
Fig. 4. Consolidado de ingresos, costos y ganancias de LA EMPRESA en 2018 y 2019. [6].....	11
Fig. 5. Esquema Gráfico Matriz Interés-Poder para el proyecto	13
Fig. 6. Mapa de procesos de LA EMPRESA.	17
Fig. 7. Diagrama SIPOC para la empresa.....	18
Fig. 8 . Diagrama de flujo para el subproceso de almacenamiento en LA EMPRESA.	21
Fig. 9. Planos de la Bodega de LA EMPRESA [6]	22
Fig. 10. Ubicación de mercancías en bodega 1.	22
Fig. 11. Ubicación de mercancías en bodega 1.	23
Fig. 12. Ubicación de mercancías en bodega 1 (parte trasera).	23
Fig. 13. Ubicación de mercancías en bodega (racks) de LA EMPRESA.....	23
Fig. 14. Ubicación de mercancías en bodega de LA EMPRESA.....	24
Fig. 15. Método de identificación de mercancías en la bodega de LA EMPRESA	24
Fig. 16. Tabla de cantidades y frecuencias para el diagrama de Pareto de inventarios para el 2020 [6]	25
Fig. 17. Diagrama de Pareto del inventario total en el año 2020. [6].....	25
Fig. 18. Tabla de cantidades y frecuencias para el diagrama de Pareto inventario de mercancías no fabricadas en el año 2020. [6]	26
Fig. 19. Diagrama de Pareto de la mercancía no fabricada en el año 2020. [6].....	26
Fig. 20 . Tabla de cantidades y frecuencias para el diagrama de Pareto inventario de envases y empaques en el año 2020 [6]...	27
Fig. 21. Diagrama de Pareto de envases y empaques en el año 2020. [6].....	27
Fig. 22. Proporción de costos de almacenamiento total en el año 2020 [6].....	28
Fig. 23. Tabla de cantidades y frecuencias para el diagrama de Pareto de las ventas del mes de octubre en el año [6]	29
Fig. 24. Diagrama de Pareto para las ventas de LA EMPRESA en el mes de octubre del año 2020. [6].....	29
Fig. 25. Almacenamiento en racks en la Bodega de LA EMPRESA.....	31
Fig. 26 Marcación inadecuada de referencias en bodega de LA EMPRESA	31
Fig. 27 Diagrama de Causa-Efecto.....	32
Fig. 28 Diagrama de los cinco por qué's.....	33
Fig. 29. Gráfico Comportamiento Inventario env. singular 30 ml para 2019	41
Fig. 30. Gráfico comportamiento inventario bolsa de compras plástica 28x54x8 cm para 2019	41
Fig. 31. Gráfico comportamiento inventario válvula plástica 18*unidad para 2019	41
Fig. 32 Estadísticas descriptivas para artículos de LA EMPRESA.....	42
Fig. 33. Tamaño de caja para la referencia Válvula Plast 18	43
Fig. 34 Dimensiones de las cajas de algunos artículos de LA EMPRESA	44
Fig. 35. Cantidad de unidades por caja para la referencia Válvula Plast 18	44
Fig. 36. equivalencia entre número de unidades y unidades por caja	44
Fig. 37 Inventario promedio y órdenes semanales de cajas para artículos de LA EMPRESA	45

Fig. 38 Valores de COI (sin ordenar) para artículos de LA EMPRESA	45
Fig. 39 Medidas de algunos estantes de la empresa	46
Fig. 40 Distribución de los estantes en la bodega de LA EMPRESA	46
Fig. 41 Depuración de ítems que tienen un índice COI igual a 0.....	47
Fig. 42 Índice COI para algunos artículos de LA EMPRESA	47
Fig. 43 Disposición de los primeros 5 artículos en el estante 1	48
Fig. 44 Capacidad necesaria de cajas en el estante 1	48
Fig. 45 Disposición de almacenamiento a lo largo ancho y alto de las artículos en el estante 1	49
Fig. 46 Vista superior del estante 1	49
Fig. 47 Vista frontal de estante 1	49
Fig. 48 Método iterativo de ubicación algunos artículos	50
Fig. 49 Ubicación de mercancías en el estante 1	50
Fig. 50 Casos especiales de ubicación.....	51
Fig. 51 Clasificación ABC para los ítems de LA EMPRESA.....	52
Fig. 52 Distribución de la bodega según clasificación ABC.....	52
Fig. 53 Validación de distancias promedios (actuales y mejorada)	53
Fig. 54 Validación promedio distancia total recorrida (actual y mejorada)	53
Fig. 55 POE para el proceso de recepción de mercancías y almacenaje de mercancías	55

I. PROJECT CHARTER

Descripción (<i>Business case</i>)	Planteamiento del problema (<i>Problem statement</i>)		
En este caso se identificó una problemática existente en una empresa comercializadora del sector químico de la ciudad de Cali; dicha problemática radicó principalmente en un aumento de los costos de ventas durante el período de 2018 a 2019. A través de la exploración de diversas herramientas para recolección de los datos y la utilización de metodologías de análisis de causas, se pudo reconocer que el problema radicaba en la carencia de un método de almacenamiento estandarizado, que traía como consecuencia problemas de una evidente falta de organización en las bodegas. Es por esto que se plantearon alternativas de solución las cuales fueron evaluadas mediante la metodología AHP para finalmente determinar que era necesario implementar una propuesta para mejorar la distribución del área operativa de la bodega y el almacenamiento de los productos para aumentar el control de la empresa sobre la mercancía, tomando como referencia la clasificación ABC con el objetivo de identificar la importancia de los diferentes ítems y determinar reglas de ubicación siguiendo un criterio previamente establecido. En este caso se decidió implementar un método de almacenamiento heurístico para la ubicación de mercancías	Entre los años 2018 y 2019 en la empresa se presenta una problemática que ha traído como consecuencia un aumento de los costos de venta en un 28,09%, esto a su vez, ha ocasionado que el margen de utilidad solo haya aumentado en un 7% en este período		
Impacto de los actores (<i>Stakeholder's business needs</i>)	Restricciones	Especificaciones	Marco legal
Propietarios de LA EMPRESA	La empresa no cuenta con un director de bodega que verifique el registro de los movimientos realizados. Organización y distribución espacial de artículos en bodega.	Asignar la responsabilidad de jefe de bodega a una persona con las aptitudes requeridas para liderar y exigir cumplimiento de roles. Realizar una distribución en bodega de manera tal que los productos se encuentren estratégicamente ubicados y tengan lugar fijo según la referencia.	Decreto 1496 de 2018
Equipo del Proyecto	Restricción de ejecución en campo por cuenta de pandemia COVID-19. Operarios no llevan a cabo cambios de manera óptima.	Estructurar una propuesta convincente que genere confianza en los propietarios de la empresa. Capacitar a los trabajadores para que hagan un adecuado uso del método propuesto.	Rúbrica proyecto de diseño
Pontificia Universidad Javeriana Cali	Fecha pactada para la culminación del proyecto.	Brindar apoyo y seguimiento al grupo de estudiantes que realizan el proyecto.	Reglamento del estudiante Javeriano
Clientes de LA EMPRESA	Variabilidad en la demanda. Ineficiencia en proceso de producción y alistamiento de productos.	Desarrollo de pronóstico de demanda con datos históricos de LA EMPRESA.	Derechos del consumidor

Trabajadores de LA EMPRESA		Posible inexistencia de insumos en bodega. Insumos no se encuentran en la ubicación que se dejaron.		Llevar registro de los insumos que entran y salen de bodega para evitar desabastecimiento. Capacitar a los trabajadores para que dejen cada artículo en la ubicación correspondiente.		Código Sustantivo del Trabajo	
INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos)		Desconocimiento del reglamento establecido.		Poner pautas para el diseño del proyecto de forma tal que se cumpla con los estándares establecidos por las autoridades competentes.		Decreto 612 de 2000 Ley 9 de 1979 Decreto 1545 de 1998	
Proveedores de LA EMPRESA		Formatos de compra inválidos. Variaciones en los medios de transporte, ya que esto afecta variables como el lead time. Vías bloqueadas.		Revisar que los formatos se encuentren diligenciados adecuadamente y en norma antes de realizar una orden de compra al promovedor. Estimar tiempos de entrega de seguridad que sirvan como acción correctiva ante alguna eventualidad.		N/A	
Indicadores de Desempeño (KPI's)							
Variable		Actualidad			Meta		
Porcentaje de trabajadores en bodega		30%			50%		
Distancia promedio recorrida por trabajador		7,40 metros			5,54 metros		
Distancia promedio total recorrida		690,97 metros			590 metros		
Objetivo general (Goal statement)							
Diseñar una propuesta para mejorar la distribución del área operativa de la bodega y el almacenamiento de los productos, en el propósito de disminuir el costo de almacenamiento e incrementar la eficiencia del proceso de recolección y ubicación de productos en LA EMPRESA.							
Objetivos específicos (Project scope)							
I. Caracterizar comportamiento de las demandas y seleccionar estrategias para pronosticar el comportamiento de la demanda que sean acordes con la naturaleza de los productos comercializados por la EMPRESA. II. Realizar una clasificación del inventario actual de los productos mediante la metodología ABC para determinar la relevancia que tiene cada uno de estos, considerando la demanda, costos y rotación de inventarios. III. Identificar reglas para el almacenamiento y la distribución física del inventario que se ajuste a las necesidades de la empresa en las cuales se tome como referencia criterios de tamaño, peso, volumen, seguridad. IV. Evaluar mediante simulaciones computacionales el rendimiento de los métodos de almacenamiento propuesto y su comparación contra el escenario actual con el propósito de seleccionar el que genere mejores resultados y analizar su viabilidad financiera.							
Plan de Trabajo (Project Plan)				Equipo de trabajo (Team members)			
Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin	Área IISE	Nombre		Rol	
Identificar estrategias para mejor el registro del inventario en LA EMPRESA	05/02/2021	13/03/2021	Facilities Engineering and Energy Management	Angie Champutiz		Gate Keeper	

Indagar e identificar reglas cuantitativas y cualitativas que permitan realizar el pronóstico de la demanda.	12/02/2021	20/03/2021	Facilities Engineering and Energy Management		
Escoger las mejores alternativas para realizar el pronóstico de la demanda que vayan acorde a los productos de la empresa.	19/02/2021	25/03/2021	Facilities Engineering and Energy Management		
Cuantificar la rotación y costos que presenta cada referencia para poder establecer a que categoría será asignada.	01/03/2021	13/03/2021	Facilities Engineering and Energy Management	Nicolás Escandón	Compromiser
Establecer la clasificación de acuerdo a la rotación y costos, en donde el producto de más alta rotación y más alto costo es categoría A, el de intermedia es categoría B y el de poca rotación es categoría C	11/03/2021	19/03/2021	Facilities Engineering and Energy Management		
Búsqueda de reglas de almacenamiento más convenientes y fáciles de implementar para la empresa	23/03/2021	01/04/2021	Facilities Engineering and Energy Management		
Identificar estrategias para la distribución física del inventario que involucre criterio de tamaño, peso, volumen y seguridad	05/04/2021	15/04/2021	Facilities Engineering and Energy Management	Valeria Ossa	Observer
Plantear los modelos de simulación de acuerdo a las especificaciones dadas	12/04/2021	25/04/2021	Operations research & analysis		
Simular los modelos estructurados	26/04/2021	28/04/2021	Operations research & analysis		
Validar los resultados arrojados por el modelo de simulación para comparar con el sistema actual	03/05/2021	10/05/2021	Operations research & analysis	Daniel Villafañe	Standard Setter
Analizar los costos de acuerdo a los modelos planteados	12/05/2021	15/05/2021	Engineering economic analysis		
Validar los costos del modelo planteado con los del estado actual	26/05/2021	27/05/2021	Engineering economic analysis		

II. DEFINIR

A. Contexto y Justificación

Colombia ha sido un país reconocido por su desarrollo industrial, esto sin duda se explica por el constante crecimiento económico que ha experimentado el sector industrial a lo largo de los últimos años (2010 en adelante). Lo anterior se sustenta por ejemplo, la producción industrial aumentó en un 3,2 % en febrero de 2019 en comparación con el mismo mes de 2018, lo cual se suma también al crecimiento de años anteriores (2015 y 2016). [1] Por otro lado, es necesario destacar que la ciudad de Cali es pionera en la producción industrial del país, prueba de ello un informe publicado por la organización estatal Marca Colombia que plantea que “con una participación destacada en el PIB colombiano del 8,1 %, Cali se perfila como una ciudad para la inversión. La ciudad es líder en industrias como caucho, químicos, fabricación de muebles, papel y molinería” [2]. Con lo anterior, es posible identificar preliminarmente la oportunidad e importancia de desarrollar un proyecto de ingeniería, para una empresa netamente vallecaucana ligada al sector industrial. Adicionalmente cada año en Colombia se realiza la Encuesta Anual Manufacturera, que es una investigación económica mediante la cual se obtiene información básica del sector manufacturero colombiano; también en dicha encuesta se generan indicadores, los cuales permiten medir la evolución y comportamiento económico del sector con base en variables de interés [3]. En síntesis; esta encuesta trata de reflejar la dinámica económica del sector industrial en Colombia; es por eso que en la Tabla I se exponen los resultados de dicha encuesta para el año 2018 y donde también se puede destacar el tercer lugar que ocupa la ciudad de Cali respecto a la participación del total de la producción industrial nacional.

TABLA I

PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE LAS DISTINTAS ÁREAS METROPOLITANAS [4]

Ciudad	Cantidad de Ventas (COP)	% del Total Nacional
Bogotá	\$75 895 444 800	26,69%
Resto del País (Ciudades capitales no especificadas en esta tabla)	\$70 555 043 928	24,81%
Medellín	\$40 644 518 203	14,29%
Cali	\$31 189 256 540	10,97%
Cartagena	\$25 755 296 255	9,06%
Barranquilla	\$14 166 091 103	4,98%
Pereira	\$7 080 691 818	2,49%
Bucaramanga	\$7 059 742 006	2,48%
Manizales	\$5 425 405 916	1,91%
Cauca	\$5 400 770 098	1,90%
Cúcuta	\$1 220 177 495	0,43%

Ahora siendo más concretos se presenta la Fig. 1. la cual permite visualizar la cantidad de ventas a nivel nacional e internacional de los diferentes sectores manufactureros en el país.

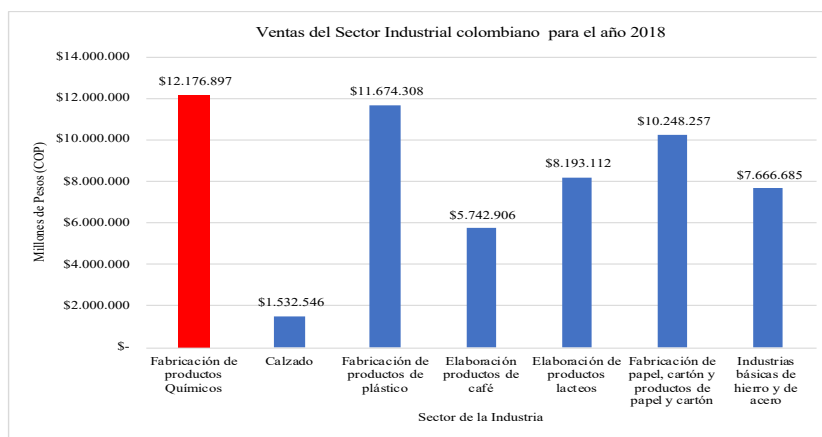


Fig. 1 Resultados de la Encuesta Anual Manufacturera para el año 2018 [4]

Con lo anterior se puede afirmar que el sector de fabricación de químicos, a pesar de no ser un sector típico de la producción del país, tiene una comportamiento económico positivo, incluso presentando un 87% más de ventas que sectores tradicionales como el calzado, fabricación de productos de plástico en un 4% y la industria de papeles en un 15,8% lo cual demuestra claramente que el sector químico presenta una oportunidad real para la aplicación de un proyecto de diseño en ingeniería. Por otro lado, como se dijo anteriormente, el sector químico pertenece al sector industrial, es por esto que los inventarios son un ítem relevante a la hora de analizar una empresa manufacturera, es por esto que en la Fig. 2. se trae a consideración los resultados de la encuesta nacional logística la cual permite afirmar que las empresas manufactureras tienen una alta rotación de inventarios.

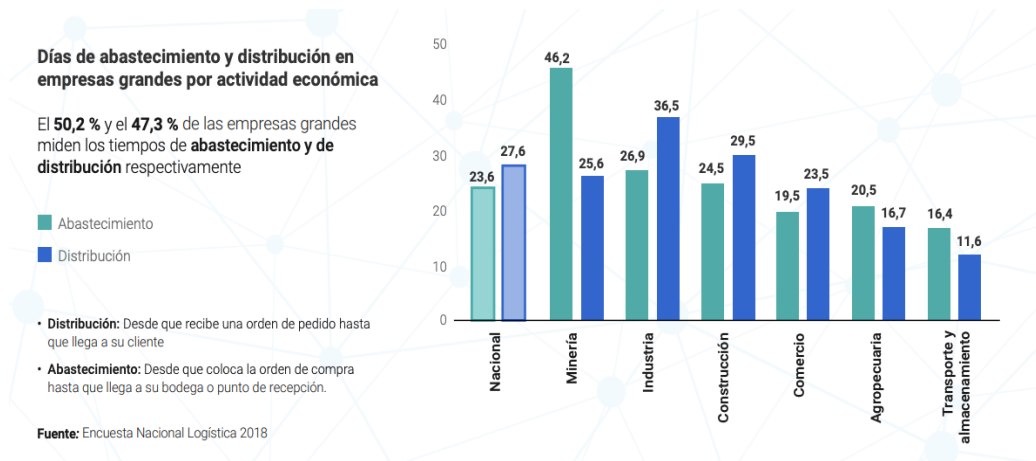


Fig. 2. Días de rotación de inventario para el abastecimiento y distribución en la industria para el año 2018 [5]

Actualmente la rotación de inventarios para el sector industrial es de 26,9 días, rotación significativamente alta, que se sustenta en el hecho que en la industria se manejan altos volúmenes de inventarios, este fenómeno se explica en que los inventarios corresponden a una gran proporción de los costos logísticos en las empresas. Por ejemplo, en la Fig. 3. se tiene que el 46,5% de los costos totales asociados a la operación logística es producto de la acumulación o manejo de inventarios.

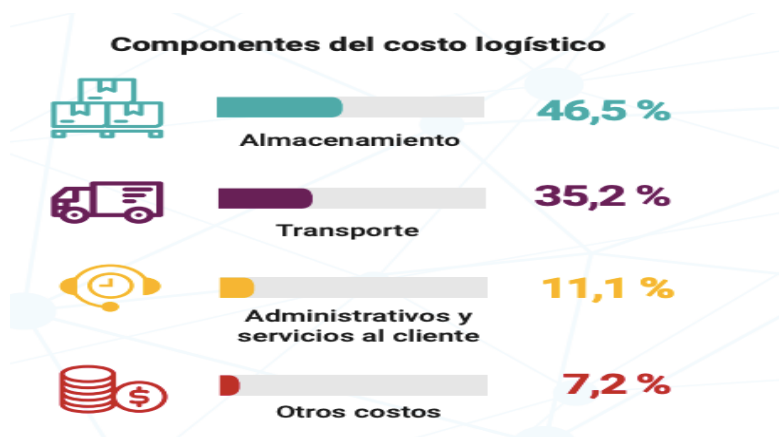


Fig. 3 Componentes del costo logístico en el sector industrial para el año 2018 [5]

Después haber realizado una descripción del sector industrial colombiano, se procede a presentar una contextualización de la empresa en la cual se desarrollará el proyecto, esta empresa establecida en la ciudad de Santiago de Cali y que desde hace más de 20 años se dedica a la comercialización de productos químicos especializados, materias primas (como por ejemplo bases químicas para limpiavidrios, ambientadores) y fragancias. Dado al interés constante por el mejoramiento continuo en los procesos, en la calidad e innovación de los productos, LA EMPRESA (de ahora en adelante se referirá así a la compañía debido a un acuerdo de confidencialidad pactado) se ha llegado a establecer como un referente en el mercado de productos químicos especializados, materias primas y fragancias. Lo anterior, ha ocasionado un aumento tanto en el nivel de producción solicitado a los proveedores como en el flujo del inventario de la empresa; por tanto, dicha situación hace necesario que la empresa tenga un manejo adecuado de la distribución del área operativa de la bodega y el almacenamiento de los productos, para así lograr una operación óptima con el fin último de satisfacer la demanda y requerimientos de los clientes.

Después de realizar un diagnóstico general de la empresa (ver Anexo 2) se pudo identificar las siguientes situaciones: Falta de un líder de logística, complejidad del registro y bajo uso de sistemas de información entre otros problemas. El sistema actual en el cual se realiza el registro sobre la existencia de mercancías y productos es muy complejo de manejar para el personal de trabajo por lo cual poco lo utilizan. Así también se pudo encontrar, que a pesar de que los pedidos realizados a los proveedores llegan separados por referencias, se maneja una política de almacenamiento sustentada en el orden de llegada y en la disponibilidad de espacio, es decir, los pedidos recibidos se ubican en el piso de la empresa donde exista tal disponibilidad, lo anterior sin tener ningún fundamento teórico de distribución, ocasionando tiempos de búsqueda de pedidos bastantes altos. De igual manera, este conjunto de situaciones hace que los trabajadores se tomen más tiempo en encontrar los productos que el cliente solicita, incluso corriendo con la incertidumbre de si realmente cuentan con existencias. Como consecuencia, se ven reflejados aspectos como insatisfacción del cliente y mal servicio, planeación deficiente y problemas en la medición de la productividad.

Es importante destacar que el sector al cual pertenece LA EMPRESA funciona con base en tendencias que dependiendo del producto pueden llegar a comportarse tanto de forma cíclica como de forma estable. Es de tener en cuenta que en LA EMPRESA se hacen pedidos por lotes, muchas veces sin una planeación adecuada. Teniendo en cuenta el comportamiento de la demanda de cada producto, además el hecho de que no se maneje un buen diseño de *slotting*, se podrá conducir a la empresa a un estado de inestabilidad interior y riesgo económico elevado. Lo anterior, conllevaría a LA EMPRESA, a diferentes situaciones en las cuales se podrían presentar pérdidas por faltas de existencias, afectación de la liquidez por exceso de inventario, elevados costos por solicitar inventarios de emergencia y desorden en las bodegas que ocasionarían demoras en los procesos de la empresa. Esto, no solo afectaría económica y comercialmente a la empresa, sino que generaría una pérdida de confiabilidad y mala reputación ante la opinión de los clientes, que podría ocasionar que el cliente prefiera acudir a la competencia.

Dentro de los temas de interés de la junta de socios, se encontró que LA EMPRESA tiene un sistema de inventarios que se basa en pedidos de lotes semestrales, en los cuales se toma como referencia el comportamiento de la demanda del año anterior. Así también, la empresa maneja una metodología de FIFO (Primera en Entrar Primera en Salir) sustentada en el orden de recepción de los productos. Además, la empresa ha experimentado un aumento en sus costos lo cual se podría atribuir al aumento del valor del dólar con respecto a el peso colombiano. De igual manera, se le atribuye a que, en las extensas y demandadas líneas (tener en cuenta la cantidad de productos que maneja LA EMPRESA) de algunos productos, particularmente la de envases, no se lleve el control de los inventarios de los productos, ocasionando un aumento en los costos de almacenamiento y una planeación deficiente que podría terminar en aumentar el inventario de los productos de baja rotación y disminuir los de alta rotación. Dicho lo anterior,

se observa una clara necesidad de intervención tanto en el diseño de un sistema de inventarios como en la logística interna dentro de las bodegas de LA EMPRESA. En la Fig. 4. Se observa el comportamiento de ingresos, costos y utilidades de LA EMPRESA para los años 2018 y 2019.

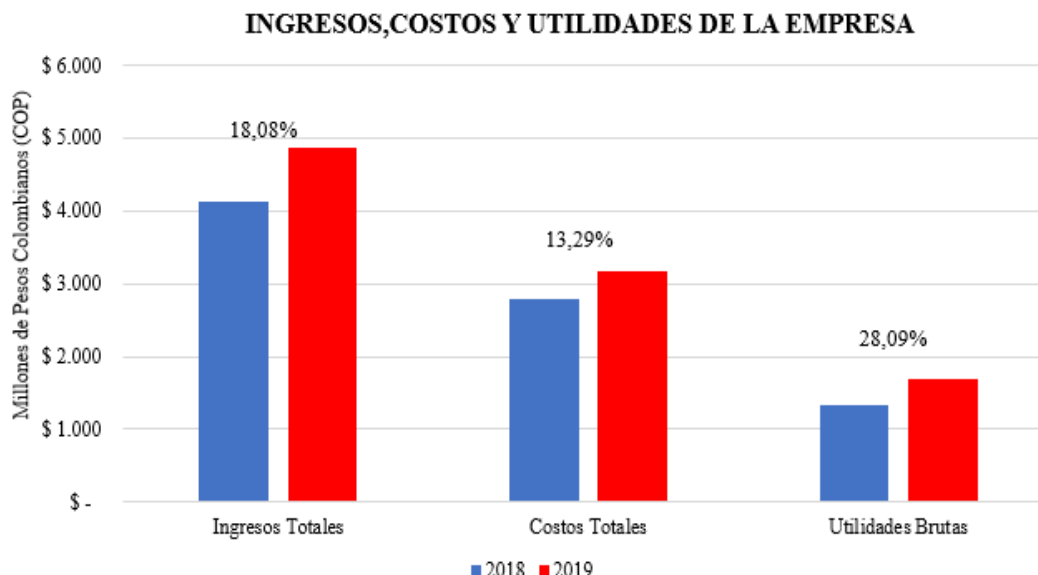


Fig. 4_ Consolidado de ingresos, costos y ganancias de LA EMPRESA en 2018 y 2019. [6]

Tomando en cuenta lo anterior, entre los años 2018 y 2019 en la empresa se presenta una problemática que ha traído como consecuencia un aumento de los costos de venta en un 13,29%, esto a su vez, ha ocasionado que el margen de utilidad solo haya aumentado en un 7% en este período.

B. Grupos de interés

La identificación y delimitación de los grupos de interés es un apartado importante a la hora plantear y planear un proyecto, en este caso, de ingeniería. Por tal motivo es necesario definir que es un grupo de interés, también llamados *stakeholders*, los cuales se definen como “aquellos individuos o grupos que pueden afectar o son afectados por los objetivos de la organización; por ende, deben considerarse en el proceso de planeación estratégica” [7] de acuerdo a esto se es explícito que cada grupo tendrá alguna injerencia o interés durante el desarrollo y posterior resultado del proyecto; es por esto que es de vital importancia tenerlos en cuenta para asegurar que la solución propuesta sea de total beneplácito para ellos. Para poder asegurar este fin, se debe hacer primero una priorización de los diferentes grupos de interés presentes en el proyecto, en este caso se utilizará la metodología de priorización denominada “Matriz Interés vs Poder” la cual agrupa a los interesados según su nivel de autoridad (poder) y el nivel de inquietud o conveniencia acerca de los resultados del proyecto (interés).

Después de utilizar esta metodología hay que identificar aquellos interesados con bajo poder y bajo interés para el proyecto, con ellos es necesario realizar mínimos esfuerzos posibles para satisfacer sus necesidades. Aquellas personas que tengan gran interés y poder, se deben gestionar o atender personalmente, ya que pueden actuar como una fuente de oportunidades y/o amenazas dentro del proyecto. Por otra parte, hay que mantener informados a interesados que tengan bastante interés y poco poder. Por último, se deben mantener satisfechos a aquellas personas que tengan mucho poder, pero poco interés por el proyecto. Con lo anterior se plantean cuatro estrategias claves para poder cumplir con todos los requerimientos que podrían presentar cada uno de los grupos de interés, a continuación, se enunciarán cada una de las estrategias:

- Estrategia de Esfuerzo Mínimo: Poder e interés bajo en las decisiones
- Estrategia de Mantener Informados: Interés alto y un poder bajo en las decisiones
- Estrategia de Mantener Satisfecho: Interés bajo y poder alto en las decisiones
- Actores Clave: Interés y un poder alto en las decisiones

A continuación, en la Tabla II se muestra la clasificación y la ponderación de los distintos grupos de interés a tener en cuenta a la hora de desarrollar el proyecto. Para esto es necesario primero tener en cuenta que esta metodología se basa en una escala de uno a 10 donde uno es aquel *stakeholder* que tiene un muy bajo poder o interés en el proyecto mientras que 10 es aquel *stakeholder* que tiene el poder o interés máximo.

TABLA II

CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE GRUPOS DE INTERÉS PARA EL PROYECTO

GRUPO DE INTERÉS	DEFINICIÓN Y/O EXPLICACIÓN	ESTRATEGIA A UTILIZAR	ESCALA DE CALIFICACIÓN DE PODER	ESCALA DE CALIFICACIÓN DE INTERÉS
Pontificia Universidad Javeriana Cali	Es una institución académica de enseñanza superior e investigación que otorga títulos académicos en diferentes disciplinas a una persona que desarrolló y culminó sus estudios allí.	Mantener Informados	3	8
Propietarios LA EMPRESA	Empresa con presencia en el mercado nacional desde hace más de 20 años, la cual está establecida en la ciudad de Santiago de Cali y tras una constante evolución se ha adquirido gran experiencia en la comercialización de productos químicos especializados, materias primas y fragancias de la más alta calidad. [6]	Actores Clave	9	10
Equipo del Proyecto	Grupo de personas que colaborar organizadamente para obtener un objetivo en común, en este caso desarrollar un proyecto de ingeniería.	Actores Clave	8	10
Clientes de LA EMPRESA	Persona o entidad que compra los bienes y servicios que ofrece una empresa.	Mantener Informados	2	8
INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos)	Es una entidad de vigilancia y control de carácter técnico científico que vigila a los establecimientos comerciales mediante la aplicación de las normas sanitarias asociada al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos, productos cosméticos y otros productos objeto de vigilancia sanitaria. En relación con lo anterior supervisa la comercialización y distribución segura y adecuada de los productos cosméticos y de limpieza elaborados por la empresa. [8]	Esfuerzo Mínimo	2	4
Empleados de planta de LA EMPRESA	Persona que presta servicios que son retribuidos por medio de un salario, en este caso en el área de logística.	Mantener Informados	3	6
Proveedores LA EMPRESA	Entidad que surte a otras empresas con mercancías o insumos necesarios para el desarrollo de la actividad	Esfuerzo Mínimo	4	5

A continuación, en la Fig. 5. se muestra la ponderación de los grupos de interés de acuerdo con la metodología “Matriz Interés-Poder”.

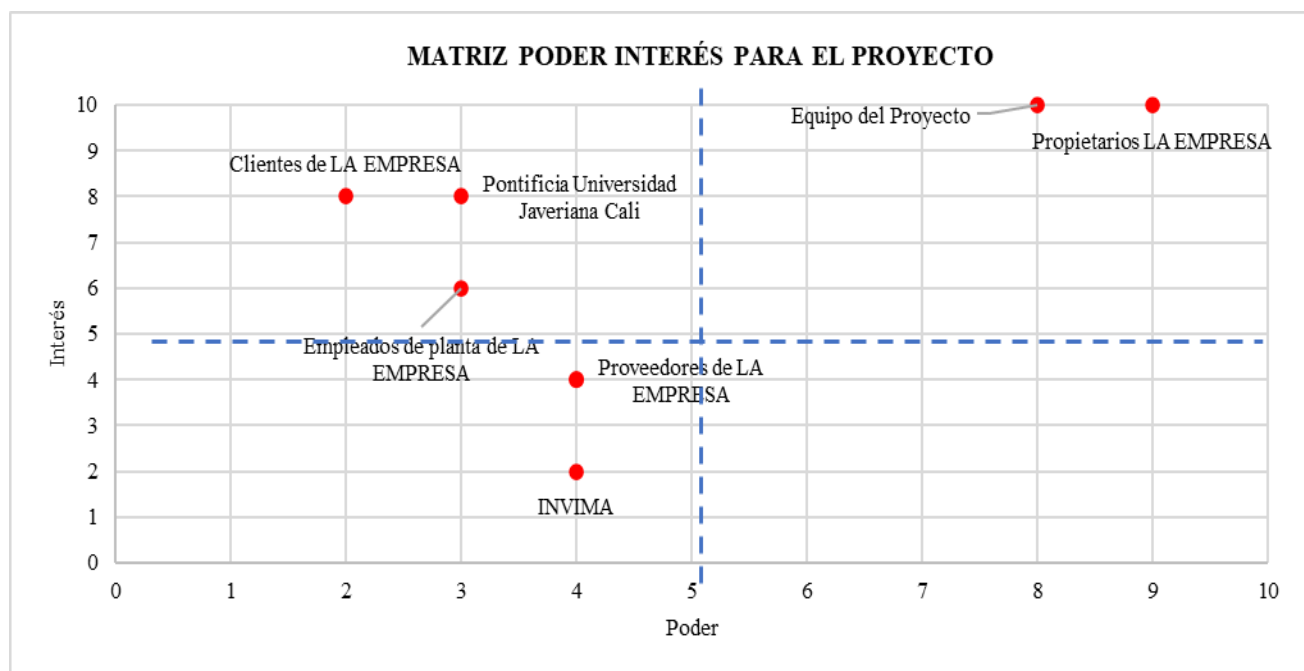


Fig. 5. Esquema Gráfico Matriz Interés-Poder para el proyecto

El plano cartesiano se divide en cuatro zonas que coinciden con el número de estrategias que se deben de llevar a cabo con cada grupo de interés del proyecto. En el cuadrante número uno se puede encontrar aquellos *stakeholders* considerados actores clave por tal motivo se deben tener en consideración a la hora de plantear requerimientos, en el cuadrante número dos se encuentran aquellos grupos con los cuales se debe mantener una estrategia de información ya que serán afectados en gran medida por el proyecto a pesar de no tener capacidad de decisión, como se puede ver la mayoría de los grupos identificados deberán ser manejados con esta estrategia. En el cuadrante número tres se encuentran aquellos actores que no tienen mayor interés y poder en el proyecto, sin embargo, se deben tener en consideración; es el caso de la entidad estatal INVIMA la cual se encargará de vigilar a la empresa en todo el ámbito normativo de la operación de su negocio. Por último, se encuentra el cuarto cuadrante en cual se encuentran aquellos grupos con los cuales se deben mantener satisfechos, es decir, sin embargo, en este caso no se presentan actores con los cuales se deba desarrollar dicha estrategia.

C. Requerimientos

Según la definición del PMBOK®, un requerimiento es la condición o capacidad que debe tener un sistema, producto, servicio o componente para satisfacer un contrato, estándar, especificación, u otros documentos formalmente establecido. Además, se puede decir que son todas aquellas características observables que cualquier interesado desea que estén contenidas en el sistema. Como requisitos se incluyen las necesidades, deseos y expectativas del patrocinador, cliente, usuarios, y otros interesados. [9]

Identificar y comprender los requerimientos de cada uno de los grupos de interés, además de sus exigencias y limitantes permitió direccionar el proyecto de manera tal que sea factible y cumpla con los estándares previstos por la norma, los recursos y las capacidades, logrando con su culminación generar cierto grado de satisfacción en cada uno de los interesados, dependiendo del cumplimiento que se haya dado a sus respectivas necesidades y expectativas. Para que el proyecto genere impacto resulta necesario dar mayor importancia a los requerimientos de los grupos de interés que mediante un análisis de interés vs poder presenten los puntajes más altos, debido a que se posicionan como prioritarios pues mientras más satisfechos se encuentren estos grupos con los resultados del proyecto mayores serán los beneficios que obtendrá LA EMPRESA, haciendo a su vez que el equipo de trabajo gane prestigio y credibilidad.

Para la correcta identificación de los requerimientos de los grupos de interés del proyecto, resultó conveniente utilizar la herramienta voz del cliente (VOC) o en este caso de las partes interesadas, la cual consiste en recolectar información por medio de una entrevista realizada a una persona que se encuentre inmersa en los procesos involucrados en la problemática a tratar, con el fin de conocer las necesidades, expectativas y percepciones de las partes interesadas. Dicha entrevista fue hecha al gerente de la empresa LA EMPRESA por medio de la plataforma tecnológica *Teams* (ver anexo 2), con el objetivo de crear el marco de referencia adecuado, con las necesidades y requerimientos, lo que permitirá tener al proyecto una referencia del tipo de soluciones a proponer, y el alcance que estas deberían de tener, teniendo en cuenta las restricciones que se puedan presentar debido a factores

como el tiempo o el costo. Además, es indispensable conocer aquellos *stakeholders* que se encuentren relacionados con normas del sector en donde se desempeñan con el propósito de garantizar el correcto cumplimiento de dichas leyes y sanciones en las que se pueda incurrir. Todas las características anteriormente mencionadas se encuentran consignadas en la Tabla III.

TABLA III
REQUERIMIENTOS PARA 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
Propietarios LA EMPRESA.	Tener controlados los artículos existentes en bodega y cumplir satisfactoriamente con la demanda.	La empresa no cuenta con un director de bodega que verifique el registro de los movimientos realizados.	Asignar la responsabilidad de jefe de bodega a una persona con las aptitudes requeridas para liderar y exigir cumplimiento de roles.	Decreto 1496 de 2018	Permite armonizar la clasificación, etiquetado y almacenamiento de productos químicos además de otras disposiciones en materia de seguridad química.
		Organización y distribución espacial de artículos en bodega.	Realizar una distribución en bodega de manera tal que los productos se encuentren estratégicamente ubicados y tengan lugar fijo según la referencia.		
Equipo del Proyecto	Desarrollo de sistema de gestión de inventarios que reduzca costos, tiempos de espera y aumente el nivel de servicio. Los KPI'S a mejorar se expondrán posteriormente	Imposibilidad de ejecución en campo.	Estructurar una propuesta convincente que genere confianza en los propietarios de la empresa.	Rúbrica proyecto de diseño	Permite definir objetivos de calidad y eficacia del proyecto.
		Operarios no llevan a cabo cambios de manera óptima.	Capacitar a los trabajadores para que hagan un adecuado uso de Kardex propuesto.		
Pontificia Universidad Javeriana Cali	Cumplimiento del proyecto de diseño creado por los estudiantes de la institución.	Fecha pactada para la culminación del proyecto.	Brindar apoyo y seguimiento al grupo de estudiantes que realizan el proyecto.	Reglamento del estudiante Javeriano	Brinda bases morales a nivel personal y laboral al equipo de trabajo, generando confianza y seguridad a la empresa.
Clientes LA EMPRESA.	Adquisición de productos cuando sean solicitados y con las características solicitadas.	Variabilidad en la demanda.	Desarrollo de pronóstico de demanda con datos históricos de LA EMPRESA.	Derechos del consumidor	Permite al cliente sentirse protegido al momento de realizar una compra.
		Ineficiencia en proceso de producción y alistamiento de productos.	Mejorar la eficiencia de la planta en mínimo un 15% mediante herramientas <i>six sigma</i> .		
Trabajadores de LA EMPRESA.	Disponer de los recursos necesarios y encontrarlos sin complicaciones y sin demoras.	Posible inexistencia de insumos en bodega.	Llevar registro de los insumos que entran y salen de bodega para evitar desabastecimiento.	Código Sustantivo del Trabajo	Lograr la justicia en las relaciones que surgen entre empleadores y trabajadores, dentro de un espíritu de coordinación económica y equilibrio social.
		Insumos no se encuentran en la ubicación que se dejaron.	Capacitar a los trabajadores para que dejen cada artículo en la ubicación correspondiente.		
INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos)	Cumplir las normas establecidas en el reglamento para llevar a cabo el proyecto adecuadamente.	Desconocimiento del reglamento establecido.	Poner pautas para el diseño del proyecto de forma tal que se cumpla con los estándares establecidos por las autoridades competentes.	Decreto 612 de 2000 Ley 9 de 1979 Decreto 1545 de 1998	Protección de la salud individual y colectiva de los colombianos, asociada al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos

					objeto de vigilancia sanitaria.
Proveedores de LA EMPRESA.	Recepción de pedidos por parte de LA EMPRESA en fechas pactadas sin complicaciones.	Formatos de compra inválidos.	Revisar que los formatos se encuentren diligenciados adecuadamente y en norma antes de realizar una orden de compra al promovedor.	N/A	N/A
		Variaciones en los medios de transporte, ya que esto afecta variables como el lead time.	Estimar tiempos de entrega de seguridad que sirvan como acción correctiva ante alguna eventualidad.		
		Vías bloqueadas.			

II.MEDIR

A. Plan de recolección de datos

Con el propósito de tener una visión lo más completa posible de la problemática se procedió a establecer **y medir** las condiciones actuales de LA EMPRESA. Dicho lo anterior, se debe mencionar que el primer paso llevado a cabo consistió en el desarrollo de un plan de recolección de datos con el fin de determinar los puntos críticos de la empresa, para posteriormente formular variables que permitan llevar un seguimiento del comportamiento de los factores que interfieren en el proceso de almacenamiento y distribución de productos de LA EMPRESA, el cual se desea analizar y posteriormente mejorar. Fue importante para el desarrollo del proyecto indagar de forma precisa los procesos llevados a cabo dentro del área de almacenamiento, conociendo claramente el propósito de cada uno de los datos solicitados, pues se debe tener en cuenta que al contar con datos relevantes se facilita el posterior análisis de conexión con la causa raíz del problema.

Con respecto a lo anterior, para llevar a cabo la ejecución del plan propuesto se realizó una reunión con el gerente general, lo cual permitió indagar sobre el proceso de compra de materias primas y así mismo habilitó una visita a las bodegas de la empresa en donde al tener un contacto directo con el escenario, se alcanzó a identificar con mayor claridad las variables claves para la resolución de la problemática presentada.

Las variables que se lograron identificar mediante el plan de recolección de datos (ver Anexo 5) de los procesos anteriormente mencionados se dividen en tres grupos (teniendo en cuenta los requisitos de los grupos de interés); los cuales fueron definidos a partir de la Tabla III correspondiente a los requerimientos de los interesados en el proyecto; el primer grupo abarca el control de los artículos en bodega y la satisfacción de la demanda, dentro de este requisito se incluyen las variables de días de inventario, porcentaje de entregas completas y demanda promedio de artículos. El segundo grupo permite determinar el acceso que se tiene a los artículos para satisfacer la demanda, es decir, poder ubicarlos de manera satisfactoria, dentro de esta se encuentran las variables de rotación de inventario, utilización de bodega, vehículos o equipos en uso y el número de trabajadores en el área de bodegas.

Por último, el tercer grupo se basa en el desarrollo de un sistema de gestión de inventario que reduzca costos, tiempos de espera y aumente el nivel de servicio; en este requisito se incorporan las variables de relación entre artículos vendidos vs artículos comprados, capacidad de almacenamientos y proporción de costos relacionados con el almacenamiento.

Para abastecer la base de datos y para el desarrollo de cada una de las variables anteriormente mencionadas, LA EMPRESA brindó los datos del inventario en bodegas de cada una de las referencias de envases, además de los costos de mercancía, capacidad de almacenamiento, utilización de la bodega, demanda y número de trabajadores en bodega. Cabe resaltar que los datos brindados por LA EMPRESA se utilizaron en su totalidad para proporcionar resultados confiables, y a su vez para identificar posibles comportamientos y/o tendencias en los factores que influyen en el funcionamiento de la compañía.

Con el objetivo de cuantificar los resultados del proyecto, se establecieron indicadores de desempeño (KPI's), los cuales se encuentran especificados en la Tabla IV. Para dichos indicadores se tuvieron en cuenta métricas que permitieron medir el cumplimiento de los objetivos del sistema de inventario, los costos relacionados y la utilización de los recursos disponibles.

TABLA IV
INDICADORES DE DESEMPEÑO A MEDIR

Variable	Objetivo	Descripción	Indicador
Demanda de artículos promedio anual	Estimar el inventario de artículos promedio que se presenta en la empresa cada determinado periodo de tiempo.	La información para llevar a cabo el cálculo del indicador se obtendrá mediante el uso de la base de datos del área de ventas.	$\text{Inventario Promedio} = \frac{\text{Numero de unidades en inventario}}{\text{Periodo de tiempo establecido}}$
Demanda de artículos promedio anual	Estimar la demanda de artículos promedio que se presenta en la empresa cada determinado periodo de tiempo.	La información para llevar a cabo el cálculo del indicador se obtendrá mediante el uso de la base de datos del área de ventas.	$\text{Demanda promedio} = \frac{\text{Número de unidades vendidas}}{\text{Periodo de tiempo establecido}}$
Vehículos en uso	Definir el nivel de utilización de los equipos y vehículos en bodega.	Para el cálculo de este indicador se necesita saber con cuantos vehículos y artículos de cargue y descargue se cuenta en la bodega, dicha información será suministrada por el gerente general de la empresa, y para la estimación de los recursos utilizados se preguntará a los operarios cuantos artículos se utilizan cada vez que se debe realizar una operación en la bodega.	$\text{Utilización de vehículos} = \frac{\text{Cantidad de tiempo utilizado}}{\text{Jornada laboral}} * 100\%$
Porcentaje de trabajadores en el área de bodega	Permite controlar el nivel de ocupación de la bodega para evitar aglomeraciones.	Para estimar el número de operarios que se encuentran en promedio en la bodega se piden los registros de entrada y salida de personal en su jornada laboral para estimar el número promedio de operarios que permanecen en la bodega.	$\% \text{ Operarios en bodega} = \frac{\text{Número operarios en bodega}}{\text{Número de operarios actuales}} * 100\%$
Porcentaje de costos relacionados con almacenamiento	Determinar el porcentaje que representan los costos de almacenamiento con respecto a los costos operacionales de la empresa	Para calcular este indicador se necesita estimar el costo de almacenamiento en el que incurre cada artículo almacenado en bodega y los costos operacionales de la empresa los cuales los puede brindar el gerente general de la empresa. bajo un acuerdo de	$\% \text{ Costos almacenamiento} = \frac{\text{Costos Almacenar}}{\text{Costos totales de LA EMPRESA}} * 100\%$

		confidencialidad previamente definido.	
Distancia promedio recorrida por orden	Determinar la distancia promedio en metros de la trayectoria necesaria para culminar una orden en bodega.	Para evaluar este indicador se requiere la distancia desde la entrada de la bodega hasta el producto solicitado, asimismo la cantidad de veces que se fue a recoger un producto de la misma orden y por último el número total de órdenes para despacho, información se generó mediante un formato brindado a la empresa, lo cual permitió la recolección de información.	$\frac{\text{Distancia recorrida por orden}}{\text{Distancia recorrida} * \text{Cantidad de recorridos por orden}} = \frac{\text{Número de órdenes de despacho}}{\text{Número de órdenes de despacho}}$

B. Medición del sistema actual

Para el diseño de Sistema para la gestión del espacio de almacenamiento en bodega y *Slotting*, se hicieron visitas a las bodegas para recolección de información y datos,

En primer lugar, se definió hacer un análisis general del estado actual de la compañía y posteriormente uno más particular. Por tal razón, con el objetivo de cumplir con los requerimientos de los grupos de interés, fue importante conocer los procesos generales de la compañía. La Fig. 6, muestra el mapa de procesos de la empresa.

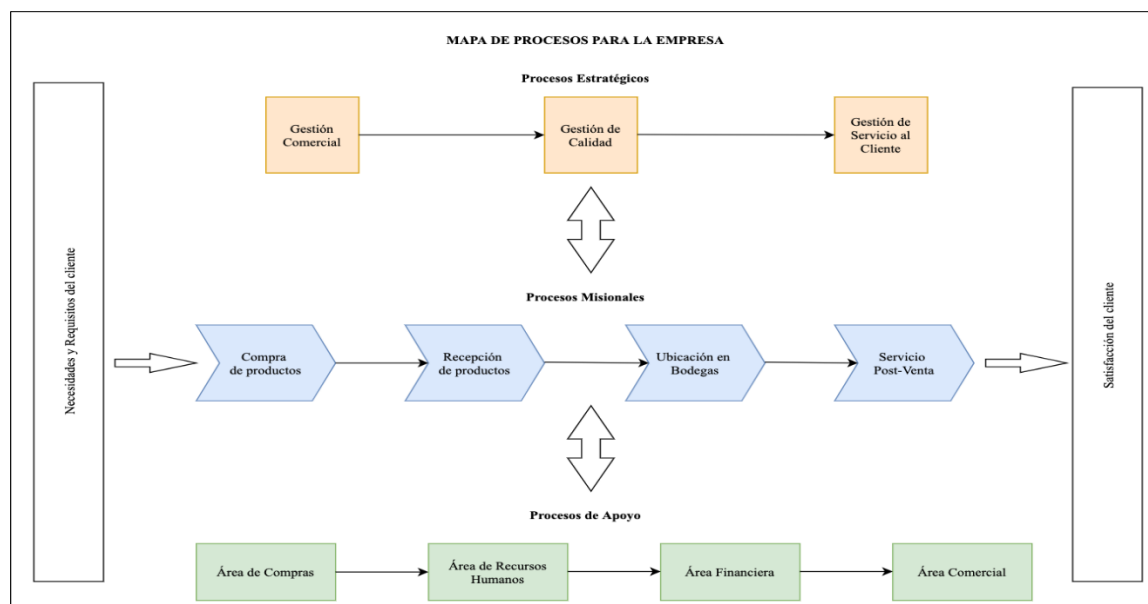


Fig. 6. Mapa de procesos de LA EMPRESA.

En este diagrama se pueden mostrar los procesos característicos de una empresa comercializadora de mercancías y/o productos, en este caso, productos para el sector químico. Como se puede observar en la Fig.6. , el mapa se clasifica en tres tipos de procesos: Estratégicos, Misionales y de Apoyo. Estos procesos tienen como objetivo el establecimiento de una sinergia dentro de la empresa con el fin de lograr trasladar el mayor valor agregado posible al cliente y permitir un proceso de mejora continua en la organización. Sin embargo, en esta situación se hará énfasis, principalmente, en los procesos misionales importantes para el proyecto, estos son: compras de insumos o productos, recepción y distribución de productos y ubicación de bodegas.

De igual manera, con el fin de visualizar el almacenamiento en LA EMPRESA de manera sencilla identificando las partes implicadas, se utilizó la herramienta SIPOC (*Suppliers-Inputs-Process-Output-Customers*) como se puede observar en la Fig.7. Partiendo de que este diagrama es la representación básica de un proceso de gestión, [10] buscó identificar por medio de este método el tipo de clientes (Internos o externos) que tiene la empresa, y de igual manera establecer las respectivas entradas y salidas de los procesos objeto de análisis. Principalmente este diagrama se utilizó con el objetivo de distinguir las partes implicadas de las que no lo están. Además, también ayudó a identificar los clientes y presentar una descripción general del proceso al público externo. (especificar en bodega).

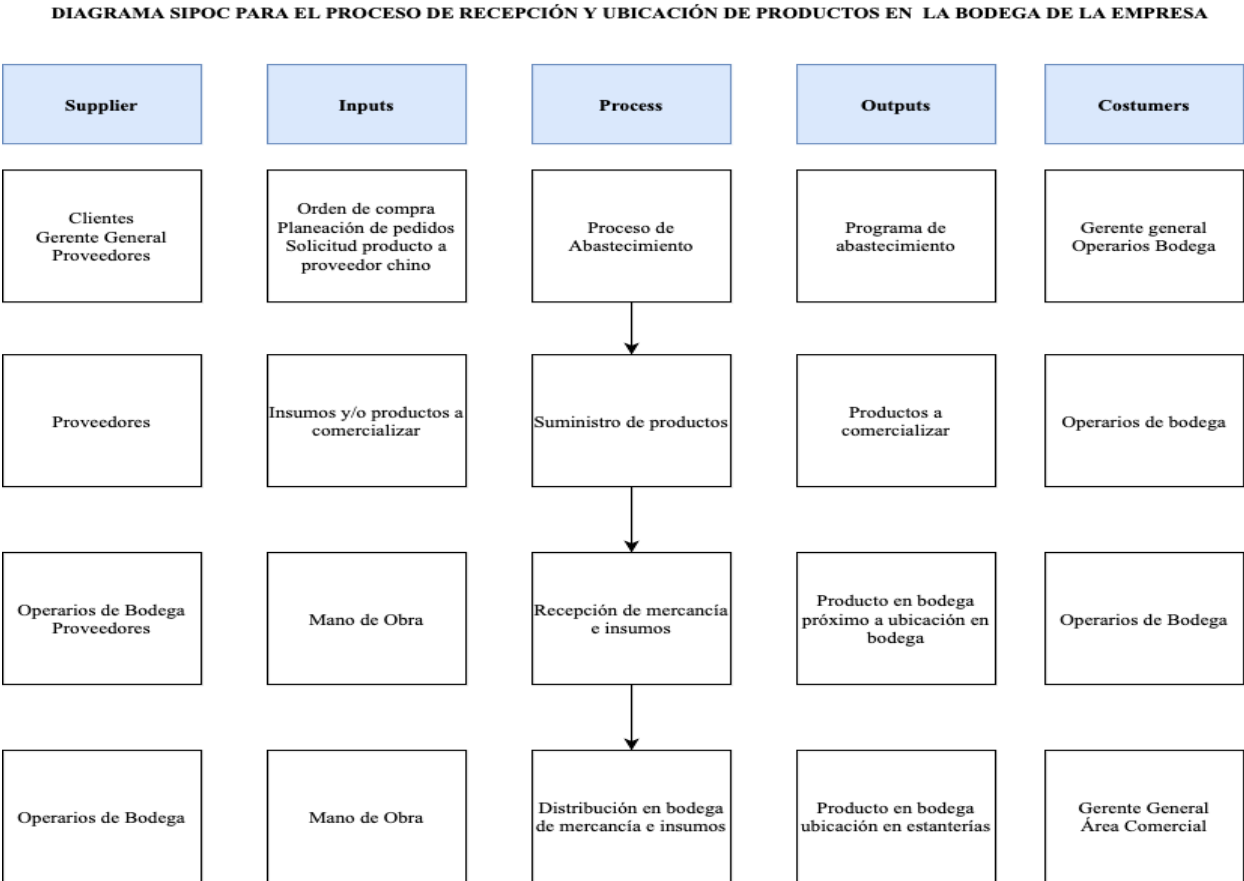
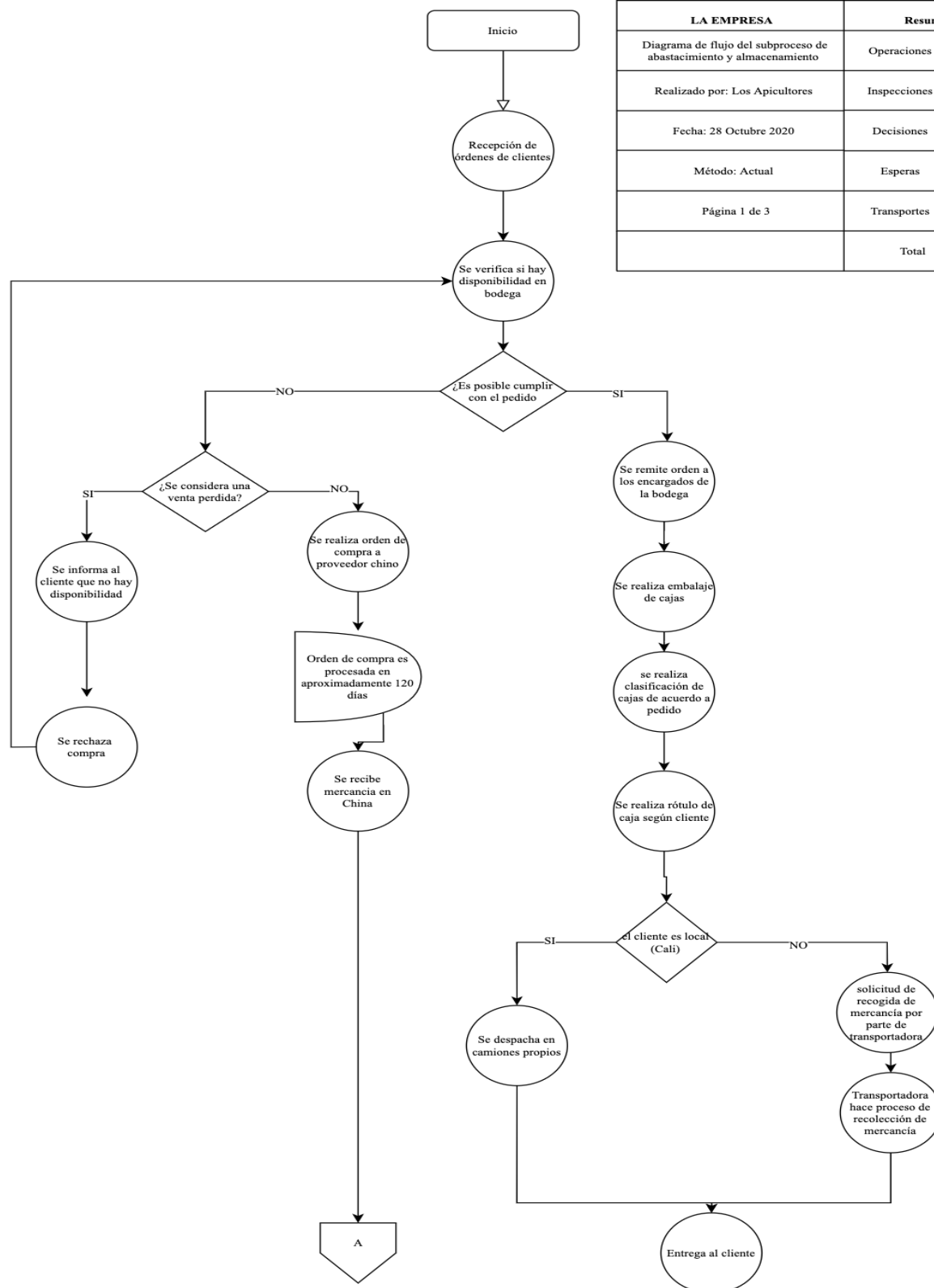
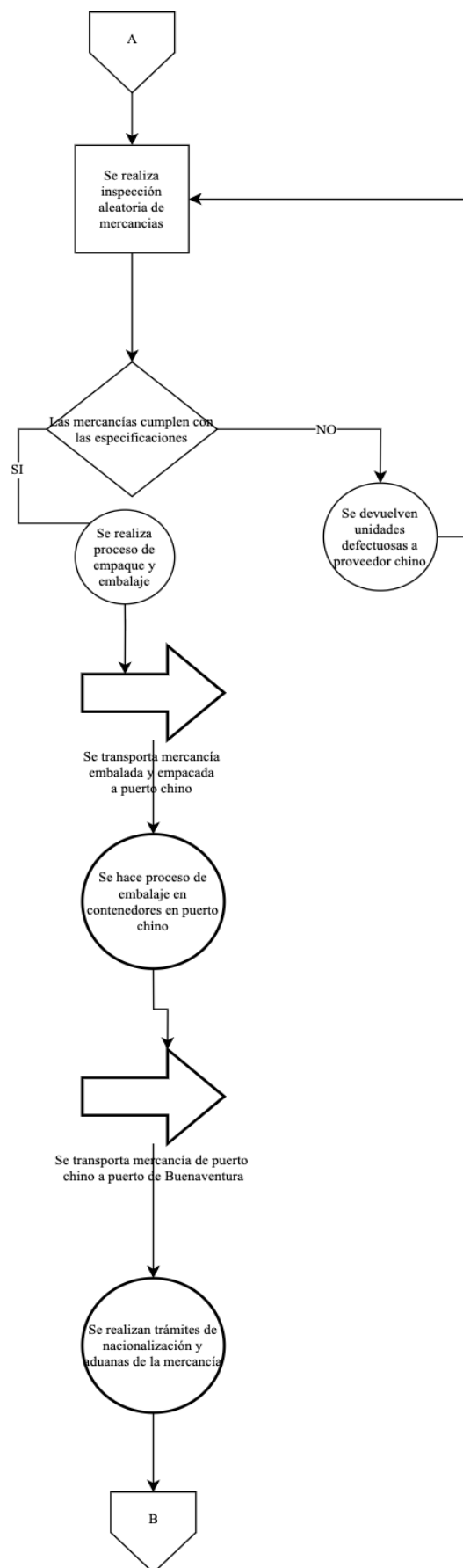


Fig. 7. Diagrama SIPOC para la empresa

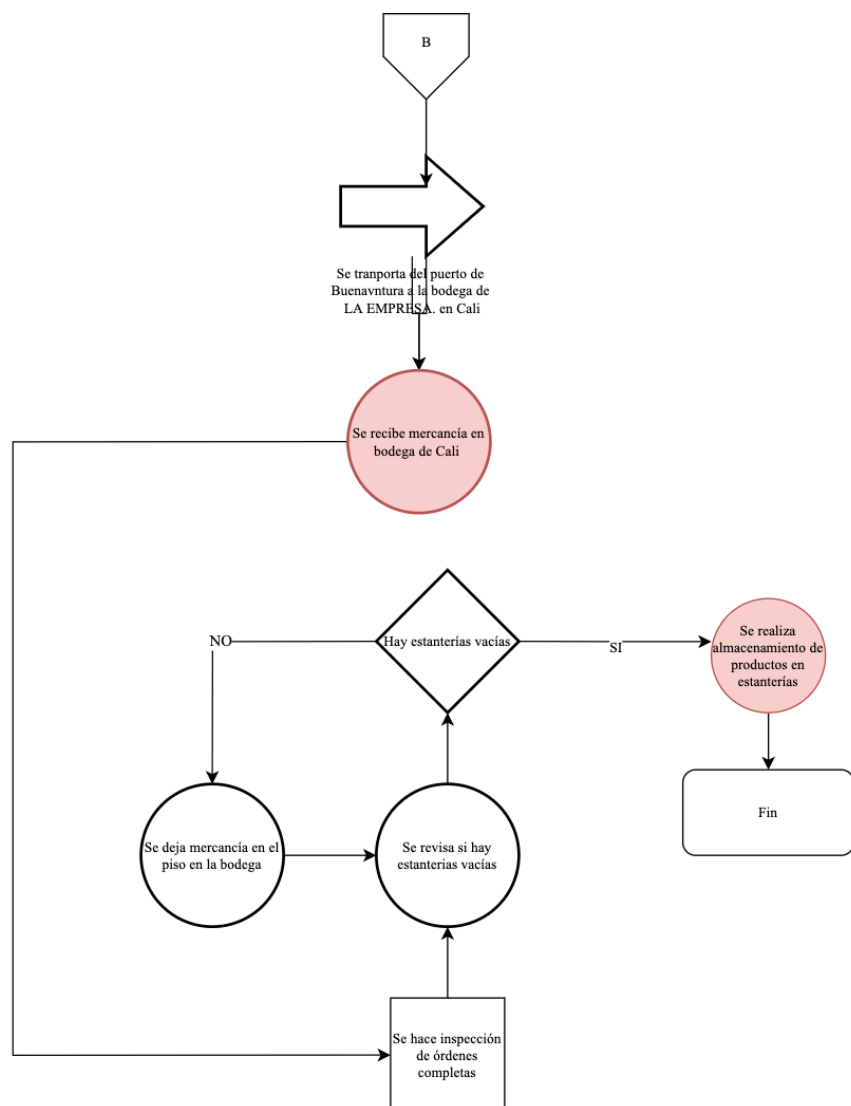
Entre los procesos más importantes de la empresa se encuentran el abastecimiento y almacenamiento. Con el fin de realizar un diagnóstico se realizó un diagrama de flujo que permitió visualizar e identificar en detalle las diversas actividades que ocurren durante dichos procesos. En la Fig.8. se muestra dicho diagrama



LA EMPRESA		Resumen de Eventos	
Diagrama de flujo del subproceso de abastecimiento y almacenamiento		Operaciones	21
Realizado por: Los Apicultores		Inspecciones	2
Fecha: 28 Octubre 2020		Decisiones	5
Método: Actual		Esperas	1
Página 1 de 3		Transportes	3
		Total	32



LA EMPRESA	Resumen de Eventos	
Diagrama de flujo del subproceso de abastecimiento y almacenamiento	Operaciones	21
Realizado por: Los Apicultores	Inspecciones	2
Fecha: 28 Octubre 2020	Decisiones	5
Método: Actual	Esperas	1
Página 2 de 3	Transportes	3
	Total	32



LA EMPRESA	Resumen de Eventos	
Diagrama de flujo del subproceso de abastecimiento y almacenamiento	Operaciones	21
Realizado por: Los Apicultores	Inspecciones	2
Fecha: 28 Octubre 2020	Decisiones	5
Método: Actual	Esperas	1
Página 3 de 3	Transportes	3
	Total	32

Fig. 8 . Diagrama de flujo para el subproceso de almacenamiento en LA EMPRESA.

En la anterior Fig.8 se pudo exponer que habían dos procesos que el grupo identificó como posibles cuellos de botella (marcados en rojo), estos son el recibo de mercancía y el posterior almacenamiento de la misma, esto porque como se ha hablado anteriormente en LA EMPRESA pide en ocasiones grandes cantidades de inventario lo cual claramente ocasiona que se tengan problemas como por ejemplo la verificación de la mercancía, su posterior ubicación en estantes, entre otros problemas. A partir de esta identificación ambos puntos del proceso se consideran puntos a mejorar.

Es importante aclarar que a consecuencia del sector en que se ubica la empresa (sector químico) y al tipo de problema que se abordó, fue necesario entender los elementos claves en la verificación del inventario en la empresa, así como de su respectivo proceso de almacenamiento dentro de la bodega. Por otro lado, fue importante estudiar y diagramar las dimensiones del lugar donde se almacenan dichos productos, en este caso la bodega de almacenamiento, para así poder identificar detalladamente la distribución que posee actualmente la empresa. Por esto, en la Fig.9. (Plano del almacén) se realizó el respectivo plano del espacio en donde se almacena el inventario. Es importante aclarar que las medidas se presentan en metros (m) y la escala se especifica en el dibujo según la bodega.

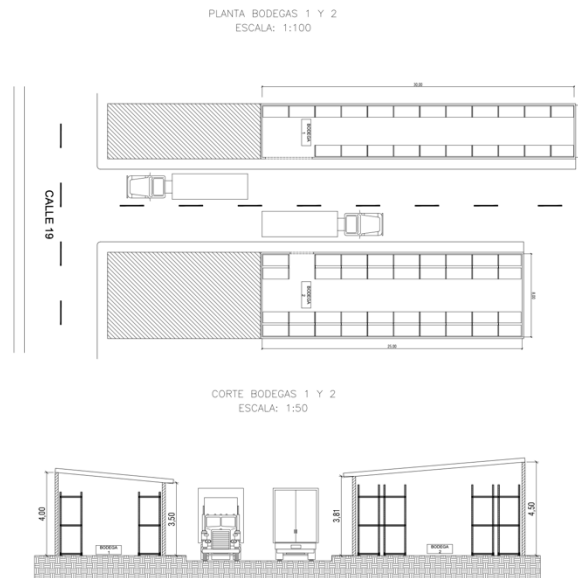


Fig. 9. Planos de la Bodega de LA EMPRESA [6]

Después de tener un panorama más claro de lo que hace la empresa entre el abastecimiento es importante precisar aún más en el proceso de almacenamiento puesto que una vez llegan los productos a cada bodega, se reciben y se almacenan en cada una de las áreas de bodega. En la empresa se tienen tres áreas de bodega las cuales reciben las mercancías según su orden de llegada, esto conocido como el sistema FIFO. Sin embargo, muchas veces no se tiene una adecuada planeación o disposición logística, lo cual ocasiona que este sistema FIFO no se lleve a cabo, sino que se almacene sin tener algún criterio. En otras ocasiones el gerente de la compañía manifestó que la mercancía también se almacena según orden de salida, es decir, se almacena según se vayan desocupando espacios y según como vaya rotando la mercancía. A continuación, se muestra algunas imágenes de la bodega de LA EMPRESA para mostrar un panorama actual. Como se dijo anteriormente al no tener un método claramente definido de almacenamiento se incurren en malas prácticas de seguridad industrial, por ejemplo, en la Fig. 12. Se evidencia productos químicos ubicados directamente sobre el piso sin estar ubicados en sus respectivas estibas.



Fig. 10. Ubicación de mercancías en bodega 1.



Fig. 11. Ubicación de mercancías en bodega 1.

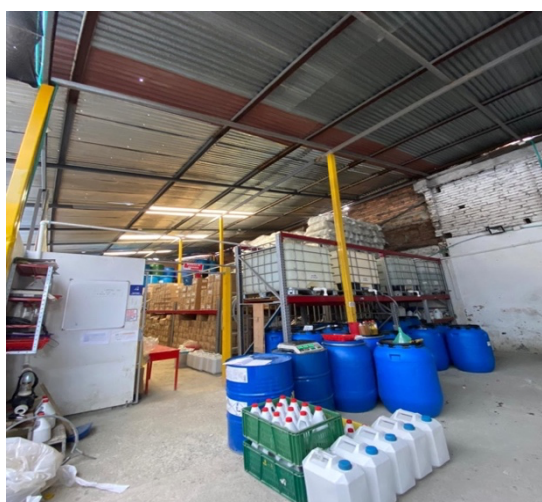


Fig. 12. Ubicación de mercancías en bodega 1 (parte trasera).

Posteriormente, los productos se revisan, se organizan, y se rotula la estantería en la cual está. Por último, se marca el área para saber qué hay en ella . A continuación, se mostrará cómo se almacenan las mercancías.



Fig. 13. Ubicación de mercancías en bodega (racks) de LA EMPRESA.



Fig. 14. Ubicación de mercancías en bodega de LA EMPRESA.

En la Fig.15. se puede ver cómo la empresa hace la ubicación en los estantes y también es necesario detallar el método de clasificación que utilizan; esta clasificación es por medio de *stickers* los cuales cumplen la función de separar y diferenciar los diferentes artículos los cuales se ubican dentro de las cajas.



Fig. 15. Método de identificación de mercancías en la bodega de LA EMPRESA

Posteriormente, a fin de realizar un correcto desarrollo del sistema de gestión del espacio de almacenamiento en bodega y *slotting* se consultaron los datos de inventario del presente año de la empresa, como se puede observar en la Tabla V.

TABLA V

CANTIDAD Y COSTOS DE LOS TIPOS DE MERCANCÍAS EN EL AÑO 2020 [6]

Tipos De Mercancía	Costo (Cop)	Cantidad (Unidades)
Envases Y Empaques	\$ 11.217.500	74.193
Mercancía No Fabricada	\$ 1.131.201.681	1.195.936
Total	\$ 1.142.419.181	1.270.129

En esta tabla se encuentra que gran parte del inventario hace referencia a mercancía no fabricada que comercializa la empresa (esto se puede explicar por el carácter comercializador de la empresa). En este caso se tiene que el 94% del inventario total corresponde a la mercancía no fabricada por la empresa.

Por otro lado, respecto a la proporción de cantidades de inventario en el 2020, se observa que la mercancía no fabricada contribuyen al 99% de los costos totales del inventario de la empresa lo cual tiene concordancia con lo planteado anteriormente.

Posteriormente se buscó realizar un análisis más específico, por tal motivo se recurrió a la ayuda de una herramienta estadística como lo es el diagrama de *Pareto* para estudiar el comportamiento particular de cada referencia de artículos. En la Fig.18. se presenta un resumen de los elementos necesarios para realizar el diagrama.

Referencia	Cantidad	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta Acumulada (%)
Env. Singular 30 ml	473.504	473.504	37,28%
Otros articulos	151.038	624.542	49,17%
Bolsa de compras plasticas 38x66x10cm	74.700	699.242	55,05%
Bolsa de compras plastica 28x54x8cm	72.100	771.342	60,73%
Valvula plast 18 * unidad	60.854	832.196	65,52%
Tapa 12mm gotero seg. Verde	35.000	867.196	68,28%
Env. Singular 50 ml	30.533	897.729	70,68%
Bolsa de compras ecologica 18x27 cm	30.000	927.729	73,04%
Luxury 30 ml	29.900	957.629	75,40%
Cintura 30 ml	29.739	987.368	77,74%
Env. Cintura 30 ml val plast	28.277	1.015.645	79,96%
Env. Paleta 2022	24.090	1.039.735	81,86%
Env.Codigo rosca 50 ml	23.032	1.062.767	83,67%
Env. Elyseo 30 ml	22.157	1.084.924	85,42%
Env. Elegance * 30 ml	20.664	1.105.588	87,05%
Env. Perfumero bolsillo 20ml	15.125	1.120.713	88,24%
Valvula cremera 28/410	14.894	1.135.607	89,41%
Env. Luxury 30 ml val plast	14.843	1.150.450	90,58%
Env. Perfumero plast	14.200	1.164.650	91,70%
Env. Apple 30 ml rosca	13.994	1.178.644	92,80%
Env. Emblema 60 ml	13.126	1.191.770	93,83%
Env. Maxigirl 30 ml	12.861	1.204.631	94,84%
Varita en ratan lisas difusor	11.523	1.216.154	95,75%
Env. Heroe 25 ml	11.507	1.227.661	96,66%
Valvula gatillo 28 * unidad	11.192	1.238.853	97,54%
Env. Valentin 30 ml	10.976	1.249.829	98,40%
Env. K6 * 100 ml	10.236	1.260.065	99,21%
Env. Olimpica 50 ml	10.064	1.270.129	100,00%

Fig. 16. Tabla de cantidades y frecuencias para el diagrama de Pareto de inventarios para el 2020 [6]

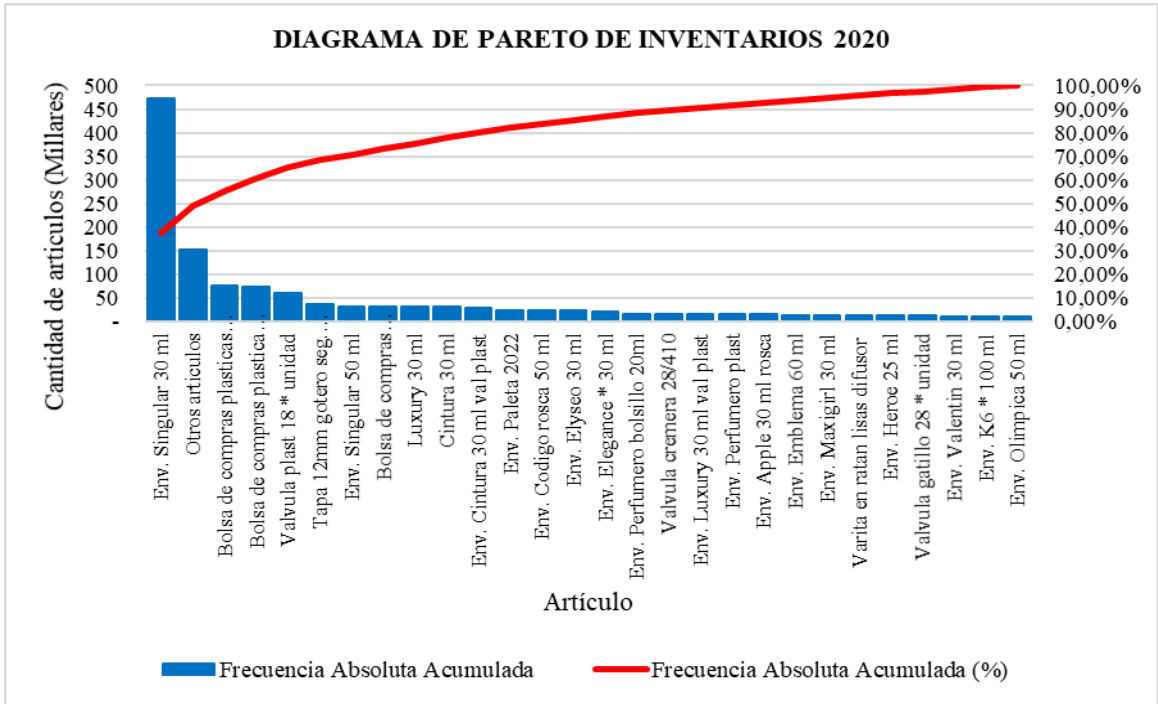


Fig. 17. Diagrama de Pareto del inventario total en el año 2020. [6]

Con el objetivo de entender las características del inventario físico en la empresa partiendo del inventario que se maneja en el sistema se realiza un diagrama de Pareto de los artículos de la empresa, tanto para envases como para mercancía no fabricada. En la Fig.19. se pudo explicar que los envases singulares representan aproximadamente el 40% del inventario total de la empresa. Posteriormente se pueden encontrar productos como bolsas y válvulas plásticas con lo cual se tiene que estos en conjunto representan más del 50% del inventario total. En la gráfica también se pudo ver, un ítem denominado “Otros” que representa la suma de las cantidades de los artículos restantes en inventario de la empresa, los cuales son poco influyentes en el análisis.

Referencia	Cantidad	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta Acumulada (%)
Env. Singular 30 ml	473.504	473.504	37,28%
Otros articulos	151.038	624.542	49,17%
Bolsa de compras plasticas 38x66x10cm	74.700	699.242	55,05%
Bolsa de compras plastica 28x54x8cm	72.100	771.342	60,73%
Valvula plast 18 * unidad	60.854	832.196	65,52%
Tapa 12mm gotero seg. Verde	35.000	867.196	68,28%
Env. Singular 50 ml	30.533	897.729	70,68%
Bolsa de compras ecologica 18x27 cm	30.000	927.729	73,04%
Luxury 30 ml	29.900	957.629	75,40%
Cintura 30 ml	29.739	987.368	77,74%
Env. Cintura 30 ml val plast	28.277	1.015.645	79,96%
Env. Paleta 2022	24.090	1.039.735	81,86%
Env. Codigo rosca 50 ml	23.032	1.062.767	83,67%
Env. Elyseo 30 ml	22.157	1.084.924	85,42%
Env. Elegance * 30 ml	20.664	1.105.588	87,05%
Env. Perfumero bolsillo 20ml	15.125	1.120.713	88,24%
Valvula cremera 28/410	14.894	1.135.607	89,41%
Env. Luxury 30 ml val plast	14.843	1.150.450	90,58%
Env. Perfumero plast	14.200	1.164.650	91,70%
Env. Apple 30 ml rosca	13.994	1.178.644	92,80%
Env. Emblema 60 ml	13.126	1.191.770	93,83%
Env. Maxigirl 30 ml	12.861	1.204.631	94,84%
Varita en ratan lisas difusor	11.523	1.216.154	95,75%
Env. Heroe 25 ml	11.507	1.227.661	96,66%
Valvula gatillo 28 * unidad	11.192	1.238.853	97,54%
Env. Valentin 30 ml	10.976	1.249.829	98,40%
Env. K6 * 100 ml	10.236	1.260.065	99,21%
Env. Olimpica 50 ml	10.064	1.270.129	100,00%

Fig. 18. Tabla de cantidades y frecuencias para el diagrama de Pareto inventario de mercancías no fabricadas en el año 2020. [6]

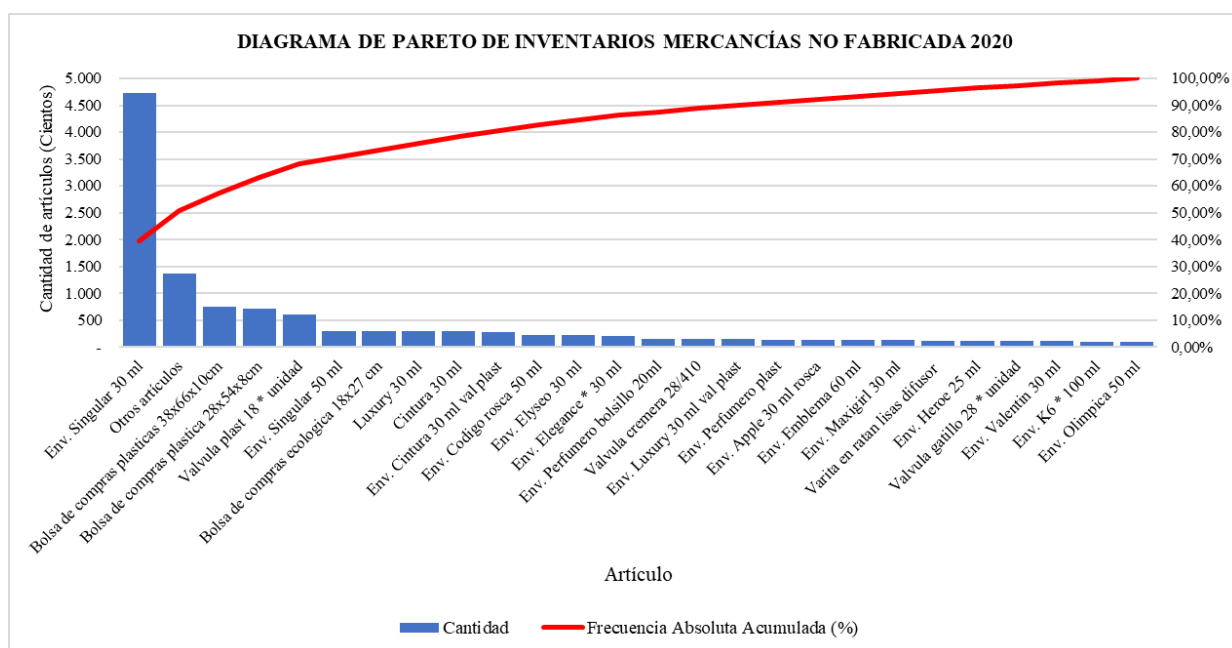


Fig. 19. Diagrama de Pareto de la mercancía no fabricada en el año 2020. [6]

Tomando como referencia el inventario de mercancías no fabricadas en la empresa, en la Fig.21. se realiza un diagrama de Pareto en el cual se pudo encontrar que los envases singulares representan aproximadamente el 40% del inventario total de la empresa. Posteriormente se pueden encontrar productos como bolsas y válvulas plásticas con lo cual se tiene que estos en conjunto representan más del 50% del inventario total. En la gráfica también se pudo observar, un ítem denominado “Otros” el cual representa la suma de las cantidades de los artículos restantes en inventario de la empresa, los cuales son poco influyentes en el análisis.

Referencia	Cantidad	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta Acumulada (%)
Tapa 12mm gotero seg. Verde	35.000	35.000	47,17%
Env. Paleta 2022	24.090	59.090	79,64%
Tapa env. Singular	9.780	68.870	92,83%
Singular de 30ml	1.682	70.552	95,09%
Tapa 24/410 mm fliptop estria verde	1.659	72.211	97,33%
Pet * 500 ml	703	72.914	98,28%
Tapa disc cap 18/415 mm transparente	600	73.514	99,08%
Env. Pet * 500 ml	580	74.094	99,87%
Env. Bala 500ml valvula plastica	98	74.192	100,00%
Pet ambar 30 cc	1	74.193	100,00%

Fig. 20. Tabla de cantidades y frecuencias para el diagrama de Pareto inventario de envases y empaques en el año 2020 [6]

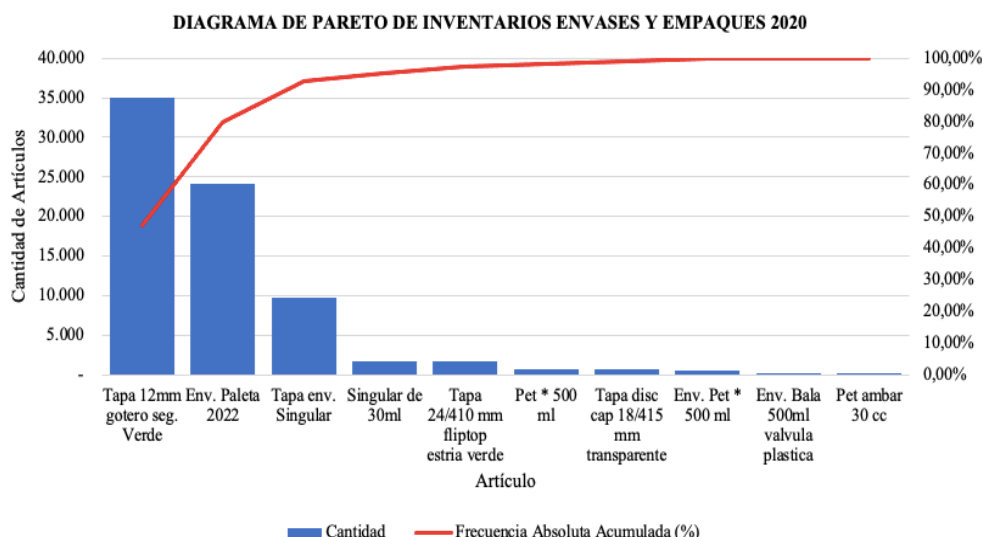


Fig. 21. Diagrama de Pareto de envases y empaques en el año 2020. [6]

En la compañía se distribuyen 121 referencias de “productos”, de las cuales el 94% corresponde a la mercancía no fabricada por la empresa y el 6% a los envases y empaques. En el caso de los envases se tiene que el ítem de las tapas de gotero representa aproximadamente el 50% del total de inventarios. Adicionalmente, como se mencionó anteriormente la empresa maneja una categorización de los productos por alta y baja rotación, además según datos aportados por el gerente se tiene que en la empresa cuenta con una capacidad máxima almacenamiento entre 10 000 y 12 000 cajas, en las cuales, se sabe que, de manera local, diariamente se tiene una rotación entre 2400 y 3600 unidades, que corresponden a 20-30 cajas y que, de manera exterior, los pedidos anuales oscilan a un 70% del total. Toda la mercancía disponible en la empresa se comercializa a través de dos segmentos de mercado, el primero es por venta directa en la ciudad de Santiago de Cali mediante los equipos de transporte propios conformados por un camión sencillo y una camioneta, según datos del gerente estos se están utilizando a un 50% de capacidad. El segundo es por medio de ventas a las otras ciudades del país mediante la empresa transportadora de carga. A continuación, en la Tabla VI se detallan los costos correspondientes al almacenamiento de inventario.

TABLA VI

COSTOS DE ALMACENAMIENTO PARA LA EMPRESA EN EL AÑO 2020 [6]

Costos De Almacenamiento	Costo/Año	Proporción
Arrendamiento Bodega	\$ 96 000 000	6,63%
Servicios Públicos	\$13 560 000	0,94%
Servicios Monitoreo De Cámaras Atlas	\$ 1 320 000	0,09%
Servicio De Vigilancia Atlas	\$ 13 200 000	0,91%
Salario Mensual De Tres Operarios De Bodega	\$ 36 735 768	2,54%
Pago Único De Instalación De Cámara	\$ 144 000 000	9,95%
Costo de la mercancía (inventario)	\$ 1 142 419 181	78,94%
Total	\$ 1 447 234 949	100,00%

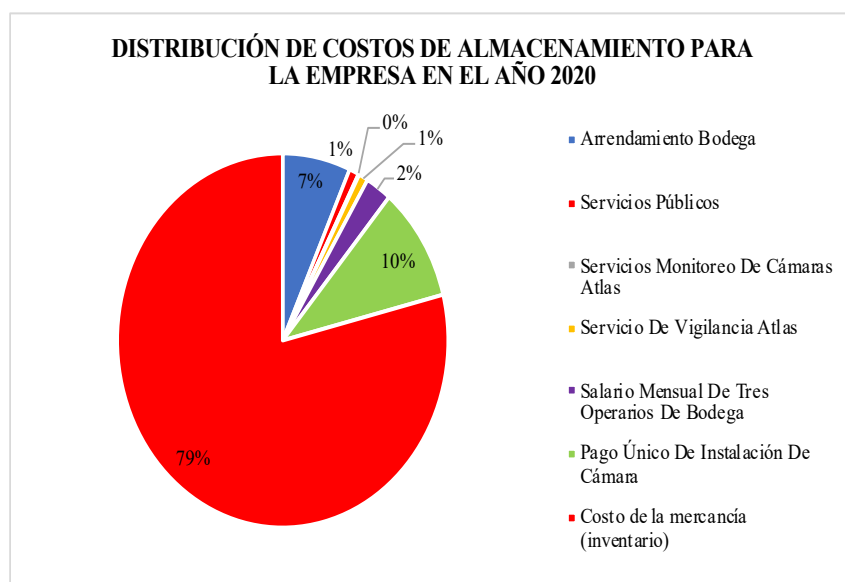


Fig. 22. Proporción de costos de almacenamiento total en el año 2020 [6]

Como se mostró en la Tabla VI gran proporción de los costos de almacenamiento se relacionan con la parte operativa de la bodega, por ejemplo, se tiene que el 78,94% de los costos de almacenamiento se refieren al capital invertido en los inventarios aproximadamente un 10% hacen referencia al componente del servicio de vigilancia debido a sus altos volúmenes de inventarios que demandan una inversión importante en estos servicios.

Para finalizar en la Fig.26. se presenta el *Pareto* relacionado con las ventas de LA EMPRESA para el mes de octubre de 2020, en este se pudo observar que el envase singular de 30 ml es el que más aporta a las ventas de la compañía, esto también se explica, como se explicó anteriormente, con el hecho de que la empresa maneja un alto volumen de inventarios de este ítem.

Referencia	Ventas	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Absoluta Acumulada (%)
Otros artículos	\$ 10.789.423	\$ 10.789.423	21,04%
Env. Singular 30 ml	\$ 6.742.187	\$ 17.531.610	34,19%
Env. Tied 50 ml	\$ 6.445.960	\$ 23.977.570	46,75%
Env. Olimpica 50 ml	\$ 6.090.290	\$ 30.067.860	58,63%
Env. Emblema 60 ml	\$ 3.999.220	\$ 34.067.080	66,43%
Env. Luxury 30 ml val plast	\$ 3.694.048	\$ 37.761.128	73,63%
Env. Singular 50 ml	\$ 2.174.880	\$ 39.936.008	77,87%
Env. Apple 30 ml rosca	\$ 2.085.179	\$ 42.021.187	81,94%
Env. Luxury 60 ml val plast	\$ 1.821.222	\$ 43.842.409	85,49%
Env. David * 100 ml	\$ 1.604.176	\$ 45.446.585	88,62%
Env. Oval 50 ml	\$ 1.249.200	\$ 46.695.785	91,05%
Env. Maxigirl 30 ml	\$ 1.187.172	\$ 47.882.957	93,37%
Env. Regalo 30 ml	\$ 1.155.760	\$ 49.038.717	95,62%
Env. Jlo 60 ml	\$ 1.147.613	\$ 50.186.330	97,86%
Env. Tied 30 ml	\$ 1.098.084	\$ 51.284.414	100,00%

Fig. 23. Tabla de cantidades y frecuencias para el diagrama de Pareto de las ventas del mes de octubre en el año [6]

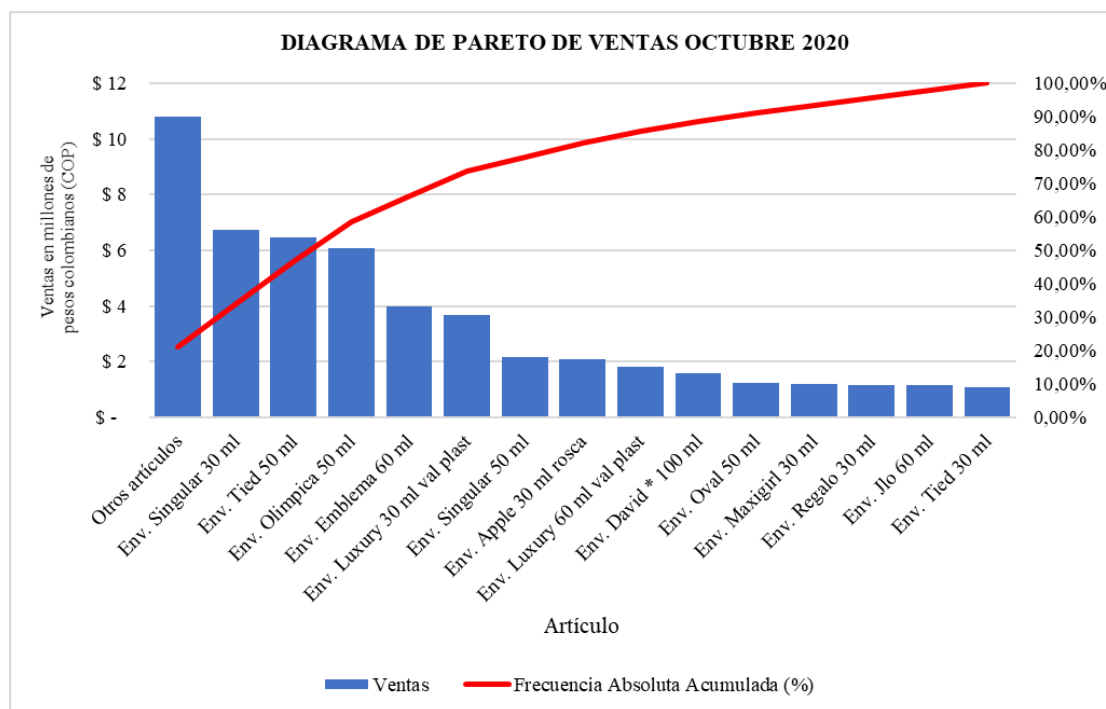


Fig. 24. Diagrama de Pareto para las ventas de LA EMPRESA en el mes de octubre del año 2020. [6].

TABLA VII

RESULTADOS DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

Variable	Actualidad	Meta
Porcentaje de trabajadores en bodega	30%	50%
Distancia promedio recorrida por trabajador	7,40 metros	5,40 metros
Distancia promedio total recorrida	690,97 metros	590 metros

III. ANALIZAR

A. Análisis de Causas

Tomando como referencia las variables planteadas en el PRD (Plan de Recolección de Datos) y el posterior cálculo de los indicadores enunciados en la Tabla VII, fue posible realizar un análisis de la variación e identificar la causa principal que contribuye a la diferencia presente entre el sistema actual y el sistema deseado en la compañía. Lo anterior con base en la problemática encontrada en la primera etapa del proyecto, la cual radica en un aumento del 28,09% en los costos de venta LA EMPRESA en el período de 2018 a 2019.

Por lo dicho anteriormente y con el fin de analizar objetivamente las diversas causas asociadas a dicho aumento de costos se buscó desarrollar la metodología de análisis de causas, iniciando con la metodología de Brainstorming o tormenta de ideas en donde deberán enfrentarse al problema que se les plantea de forma diferente a la habitual y expresar todas las ideas que se les ocurran [11]. Es importante destacar que en dicha tormenta de ideas participaron el gerente general, operarios de bodega y miembros del equipo de Los Apicultores. Posteriormente al realizar la tormenta de ideas se realizó el diagrama de Ishikawa o Causa y Efecto el cual permitió organizar las ideas según la metodología de las 6 M's. Con dicho procedimiento se logró identificar y clasificar las posibles causas del problema. Finalmente, se utilizó la herramienta de los cinco por qué's, que permitió indagar sobre las causas más probables de la situación analizada, de modo que logró especificar de forma clara y concreta la causa raíz sobre la cual es necesario trabajar para lograr los mejores resultados para la compañía; además como se dijo anteriormente estas herramientas fueron útiles para analizar la diferencia entre el sistema actual y lo que se desea lograr.

Con la metodología de tormenta de ideas, que es un método útil para tomar a consideración las opiniones y requerimientos de los grupos de interés, se pudo construir un conjunto de ideas que tenían estrecha relación con la problemática actual, lo cual permitió hacer una contextualización del estado actual de LA EMPRESA, sin embargo, siempre se buscó seleccionar aquellas alternativas que tuvieran incidencia directa en el problema del aumento en los costos de la compañía. Como consecuencia se decidió utilizar la metodología de Ishikawa la cual se conoce como espina de pescado que tiene como fin permitir la organización de grandes cantidades de información, sobre un problema específico y determinar las posibles causas y, finalmente, aumentar la probabilidad de identificar las causas principales [12]. Ahora es importante ilustrar cómo es la interpretación de dicho diagrama; en primer lugar, se tiene que cada una de las espinas representa un componente de las denominadas 6 M's, es decir: método, maquinaria y equipo, materias primas, mano de obra y medio ambiente. A continuación, se agruparán las diferentes ideas de acuerdo con la metodología de las 6 M's.

Maquinaria y Equipo:

Actualmente, LA EMPRESA no tiene en bodega la existencia de equipos y maquinarias que ayuden a facilitar tanto la acomodación y el orden, como la distribución de la mercancía dentro de las instalaciones de la bodega. De igual manera, este tipo de equipos, reducirían, en el sector de la bodega, la probabilidad de riesgos asociados con accidentes laborales.

Método:

- *Gran proporción de costos de almacenamiento:* LA EMPRESA presenta una gran cantidad de inventario lo cual trae como consecuencia una gran inversión en capital de trabajo. Como se pudo ver en la etapa de medir aproximadamente el 45% de los costos totales hacen referencia al almacenamiento, de estos costos de almacenamiento el 78,94% de ellos son ocasionados por la cantidad de inventario que tiene la compañía tiene actualmente.
- *Carencia de un método de pronóstico de demanda:* Según el gerente de LA EMPRESA, actualmente no se cuenta con ningún tipo de pronóstico de demanda debido a que existe un subregistro de la misma. Esto trae como consecuencia que no se tenga un control de lo que la empresa compra vs lo que el cliente pide, es por esto que anteriormente se evidenció un exceso de inventario que a su vez genera un costo muy elevado para la compañía.
- *No hay método de almacenamiento estandarizado en la empresa:* Cuando la empresa recibe la mercancía procedente de China no tiene un proceso de almacenamiento adecuado. Por ejemplo, como se puede ver en la Fig.12. se observa problemas de seguridad industrial, ya que se están almacenando productos en el piso sin ningún tipo de estiba.

- *Identificación de inventario no actualizada:* Actualmente, cada *rack* de almacenamiento está marcado con el nombre de la referencia que tiene en su interior. Sin embargo, en el momento en el que la ubicación de una referencia es sustituida por una nueva, no se realiza el retiro de la identificación anterior, sino que se realiza un nuevo marcado sobre las cajas de la referencia actual. En la Fig.27. se encuentra un ejemplo de esto



Fig. 25. Almacenamiento en racks en la Bodega de LA EMPRESA

- *Marcación inadecuada de las referencias:* Como se mencionó antes, la mayoría de proveedores principales de LA EMPRESA está en China, desde donde se reciben las mercancías marcadas por colores dependiendo de la referencia. Sin embargo, debido a la gran variedad de productos, hace que cada línea tenga varias referencias, que, por consecuencia, estarán marcadas con el mismo color. Por esto, lo que se ha decidido es marcar cada referencia distinta de la misma línea con un punto adicional del color establecido, por lo cual, en bodega se encontrarán cajas marcadas con uno, dos o hasta tres puntos del mismo color mezcladas entre sí. Como consecuencia, se tiene un inventario desorganizado que puede generar retrasos en pedidos, pérdida de clientes y pérdida de referencias por incertidumbre de existencias.



Fig. 26 Marcación inadecuada de referencias en bodega de LA EMPRESA

Mano de obra:

- *Prácticas indebidas durante el almacenamiento de los productos:* En el diálogo con el gerente de la empresa se encontró que no hay una estandarización del proceso de almacenamiento, él manifestó que en ocasiones en el proceso de almacenaje se desarrolla el sistema FIFO y en otras ocasiones eran los trabajadores de la bodega quienes ubicaban los productos de acuerdo a su criterio o conveniencia ya que por lo regular buscaban ubicarlos lo más cerca posible del lugar de despacho.

- *Registro de inventarios sin estricto control por parte de operarios:* Actualmente en LA EMPRESA se realiza el registro de entrada de mercancía de forma manual, esto sin duda puede ocasionar aumento en la probabilidad de errores en el registro.
- *Subregistro de manipulación de inventarios:* Los operarios extraen las cajas de los racks de almacenamiento y no actualizan las cantidades disponibles de dicha referencia o realizan una actualización de las cantidades disponibles basada en un método visual, realizando un conteo por filas y columnas y marcan el frente de las cajas con un papel y el número de unidades. Como consecuencia, se tiene un aumento en las probabilidades de error en el registro de inventario disponible, que puede terminar en pérdidas económicas y clientes insatisfechos por el no cumplimiento de la demanda.

Medio ambiente:

- *Falta de orden en las bodegas:* en la compañía se tiene un almacenamiento carente de principios teóricos, es decir, no se tiene ningún método estudiado o validado previamente. Lo anterior ocasiona desórdenes en la acomodación de mercancías, productos sin las respectivas normas de seguridad relacionadas con el almacenamiento y mercancías mal identificadas.

Medición

- *Inexactitud del inventario físico:* LA EMPRESA al no contar con un sistema de gestión de inventarios, cada vez que se realiza un despacho de productos, dificulta realizar la actualización inmediata del inventario a la mano y se procede a hacerlo de manera empírica, lo que trae como consecuencia, incertidumbre en las unidades disponibles, faltantes y sobrantes de inventario, y pérdidas monetarias.
- *Nivel de inventario inadecuado para el producto:* Debido a que la compañía no cuenta con un pronóstico de demanda, para determinar el nivel de inventario se basaban en el día a día, es decir, lo que el cliente solicite en ese momento o por temporadas, lo que ocasiona que los niveles de inventario no sean los más acertados.

En la Fig.27. se ilustra el diagrama de causa efecto para encontrar la causa raíz del problema:



Fig. 27 Diagrama de Causa-Efecto

Después de analizar diferentes aspectos de la situación actual se procede a utilizar un análisis de causa – efecto, con base en los cinco por qué's.

1. ¿Por qué se presenta un aumento en los costos de venta en LA EMPRESA? Porque hay una gran proporción de costos de almacenamiento
2. ¿Por qué hay una gran proporción de costos de almacenamiento? Porque hay una gran inversión en los inventarios de las bodegas
3. ¿Por qué hay una gran inversión en los inventarios de las bodegas? Porque no hay un conocimiento del inventario real en las bodegas
4. ¿Por qué no hay un conocimiento del inventario real en las bodegas? Porque la bodega está desordenada.
5. ¿Por qué la bodega está desordenada? Porque no hay un método de almacenamiento estandarizado en LA EMPRESA.

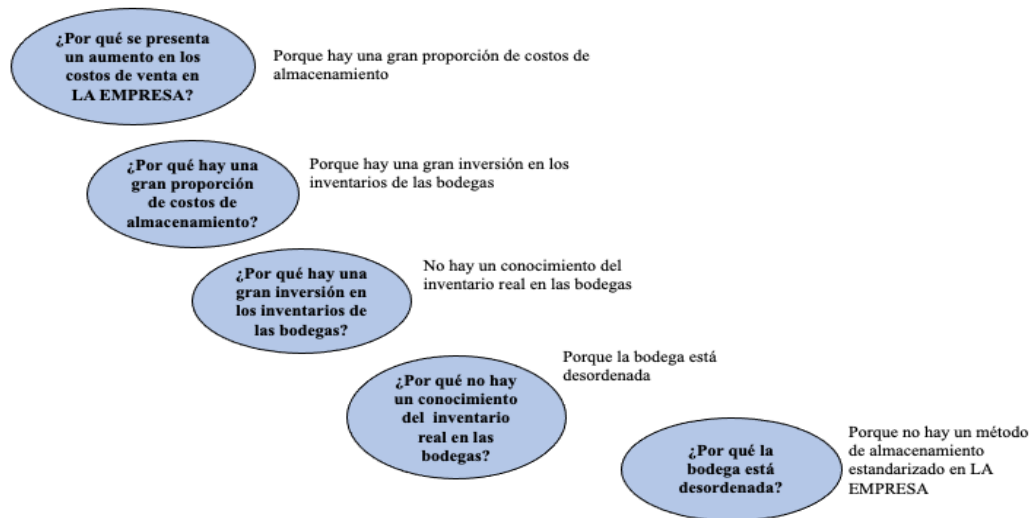


Fig. 28 Diagrama de los cinco por qué's

B. Revisión de Literatura

La revisión de literatura se hizo mediante la exploración de artículos académicos y científicos, casos de estudios reales, entre otros recursos. El objetivo de esta exploración es recopilar información sobre alternativas y/o herramientas que puedan generar resultados favorables los cuales sean de utilidad en el proceso de diseñar el sistema de control de inventario y de distribución en bodega.

En la actualidad la necesidad de realizar una óptima gestión de los inventarios y una adecuada administración de almacenes es cada vez mayor. Lo anterior se debe a que estos procesos traen consecuencias directas en la gestión de compras y representan montos de inversión que pueden llegar a representar un porcentaje significativo de los activos de la empresa. Es por tal motivo que el control de los inventarios y la administración de almacenes son conocimientos y actividades que deben ser consumados en la empresa con el objetivo de optimizar las operaciones logísticas, generando múltiples beneficios en lo funcional y sobre todo en lo económico, para ello resultado de gran ayuda tener textos investigativos y artículos de revista realizados por otros autores que se desenvuelven en este mismo ámbito, tal es el caso de M.T.Pereira, J.M.C. Sousa, L.P. Ferreira y J.C. Sá, F.J.G. Silva que mediante su investigación en 2019 [13] diseñaron un sistema de localización manual de picking en donde se centran en reducir los tiempos improductivos durante el proceso de recolección de artículos en la bodega. Además, otro documento literario de utilidad fue el realizado por Riccardo Manzinia, Yavuz Bozer y Sunderesh Heragu en 2015 [14] donde recopilan diferentes textos investigativos con el fin de desarrollar y aplicar modelos, soluciones y tecnologías avanzadas en almacenamiento y MH; es decir, modelos, métodos, algoritmos, herramientas y nuevas tecnologías para el diseño, gestión y optimización de sistemas y dispositivos, así como el uso de software y soluciones de hardware para mover productos dentro de la cadena de suministro y a través de sistemas de producción distribución, lo que resulta de gran utilidad para el proyecto puesto que abre el panorama a los diferentes miembros del equipo a cargo del proyecto en LA EMPRESA para tomar diferentes posiciones en lo que respecta a la solución que se va a tomar en la problemática identificada en la primera etapa.

La gestión de almacenamiento se refiere a la función de almacenar basada en dos acciones principales: la primera consiste en preservar la calidad de los productos desde que ingresan al almacén hasta que salen para ser usados como materias primas en producción o para ser vendidos como productos terminados y la segunda, que es en la cual se hará énfasis, se basa en mantener siempre actualizado el registro de materiales físicos; el material puede ser registrado en tarjetas o en sistemas electrónicos, puesto que llevar un mal control de los registros significaría una pérdida de dinero. Por otro lado, para el control de inventarios entre los cuales se encuentran inventarios físicos, inventarios en tránsito (inventarios en el proceso de adquisición y entrega), inventarios comprometidos e inventarios teóricos, existen muchos mecanismos que permiten llevar a cabo adecuadamente este proceso, el cual es de vital importancia para la empresa porque un inadecuado manejo de los inventarios produciría exceso, desperdicio y variabilidad del stock. Además, tener una buena gestión en la administración de los almacenes y el control de los inventarios da a la empresa la posibilidad de tener sus procesos funcionando de la mejor manera. [15]

Para comenzar, es de vital importancia mencionar que las mejoras de las operaciones en la bodega se pueden abordar mediante diferentes estrategias: La preparación de pedido, o *picking*, el cual consiste en la selección de un número de ítems desde sus ubicaciones de almacenamiento para satisfacer distintos órdenes de pedido de clientes independientes. Corresponde a una función de la cadena logística que puede representar hasta el 65% de los costos totales de operación de un centro de distribución normal, teniendo como objetivo detrás de un buen sistema de *picking*, poder lograr, simultáneamente, una reducción de los costos de separación de la mercadería y un aumento de la velocidad de procesamiento de los pedidos. También, es importante destacar que el layout de la bodega, es decir, el diseño de las zonas de almacenamiento y los pasillos y áreas necesarias para el flujo de productos, equipos y personas, pues una buena implementación de esta técnica asegura un flujo ordenado y eficiente de productos en los procesos de recepción, verificación, almacenamiento, selección, empaque y despacho. Del mismo modo, la asignación de espacios basados en un sistema de clasificación de ítems puede llegar a definir los estándares que se utilizan para calcular las mediciones de área para espacios tales como área bruta, áreas alquilables y áreas utilizables [16]. Todos estos factores resultan ser un gran aliado si de la mejora en las operaciones de bodega se trata puesto que son métodos de almacenamiento y estrategias de gestión de las existencias y por ello se ha investigado literatura que aborde tales temas.

Como ya se dijo anteriormente, existe gran variedad de métodos para llevar a cabo una gestión de almacenamiento y en esta sección se han investigado documentos de interés que generan aportes significativos para el proyecto y posibles soluciones a la problemática identificada en LA EMPRESA. Alternativas como la asignación de ubicación de almacenamiento (SLA) planteado en una conferencia por Meng Wang y Ren-Qian Zhang en el año 2019. La asignación de ubicación de almacenamiento (SLA) es una configuración básica para la mejora de la preparación de pedidos, ya que muchos otros enfoques, como el enrutamiento y el procesamiento por lotes, deben realizarse con información de SLA. En las últimas décadas, se proponen muchas políticas de almacenamiento, que incluyen: políticas de almacenamiento aleatorias, basadas en clases, dedicadas y basadas en familias. La mayoría de las políticas o métodos de almacenamiento se enfocan en producir un SLA eficiente, minimizando la distancia total de viaje o el tiempo de recolección en un período determinado. Sin embargo, cuando el horizonte de planificación es largo, muchas demandas de artículos fluctúan con el tiempo y es necesario actualizar el SLA a tiempo para reasignar los artículos más populares en cada período a las ubicaciones de almacenamiento más valiosas (cerca del depósito), así que cuando se haga un pedido se mejore la eficiencia de la selección. Dado que la política de almacenamiento se estudia intensamente, este documento permite tener conocimiento sobre la formulación de un modelo de programación dinámica que ayude a reducir costos adicionales a los comúnmente trabajados como los son los costos de reordenamiento, pues se centra en cuándo reasignar las ubicaciones de almacenamiento. El grupo se refiere al problema de planificación de asignación de ubicación de almacenamiento (SLAPP) considerando un horizonte de planificación largo en un almacén. Se dice que el horizonte de planificación se divide en T períodos, al comienzo de los cuales es posible la reasignación del almacén. Dado el costo de reasignación C , el objetivo es encontrar una solución (plan de reasignación) que determine cuándo reasignar, para minimizar los costos de preparación de pedidos y reasignaciones. Suponemos que la reasignación solo puede ser posible al comienzo de cada período. Esto es sin pérdida de generalidad, ya que un período puede dividirse en dos períodos nuevos si se puede realizar una reasignación dentro de él. También se asume que la información de demanda de los artículos (pedidos de clientes en este documento) dentro de cada período es conocida y puede utilizarse para producir SLA mediante cierto método de SLA, como: política de almacenamiento dedicada, basada en clases o basada en la familia. Cabe señalar que SLAPP es independiente de los sistemas de preparación de pedidos. Se puede ver el modelo matemático planteado por los autores en su documento. [17]

El *picking* o la actividad de preparación de pedidos que consiste en la recogida y combinación de cargas no unitarias para conformar el pedido de un cliente, también ha sido gran protagonista en la literatura consultada para entender mejor la gestión de almacenes, autores como Patrick Kübler y Christoph H. Glock tiene como objetivo recoger pedidos rápidamente y con un mínimo esfuerzo cerrando la brecha de investigación existente para resolver tres problemas de planificación conjuntamente: la asignación de artículos a ubicaciones de almacenamiento, la consolidación de pedidos en lotes y el enrutamiento de los preparadores de

pedidos por el almacén, pues aunque estos problemas son fuertemente interdependientes, tradicionalmente se resuelven por separado, conduciendo a soluciones subóptimas. Por tanto, este trabajo desarrolla un método de solución iterativa para resolver los tres problemas conjuntamente porque investigaciones recientes han demostrado que una solución conjunta conduce a importantes mejoras de rendimiento en comparación con soluciones separadas, lo hacen mediante la formulación de un modelo matemático que funciona bajo 10 supuestos utilizados para plantear las restricciones: 1. El objetivo es minimizar la distancia total de viaje durante el período de planificación. 2. Dado que es el sistema de preparación de pedidos más común en la práctica, se considera un sistema manual de recogida de piezas en un almacén con pasillos paralelos y bloques múltiples. 3. Para evitar un esfuerzo de clasificación adicional, los pedidos no se pueden dividir en varios lotes. 4. Todas las ubicaciones tienen la misma capacidad de almacenamiento. 5. Los recoge pedidos pueden pasar por los pasillos en ambas direcciones. 6. Dado que un lote debe recogerse en un solo recorrido, el peso de un pedido no puede exceder la capacidad del recolector. 7. Cada tipo de elemento se almacena solo en una ubicación, y cada ubicación contiene solo un tipo de artículo. 8. Suponemos que todos los pedidos de clientes del período de planificación son conocidos y que se utiliza el procesamiento por lotes de proximidad. 9. El preparador de pedidos puede recuperar artículos de los lados izquierdo y derecho en un pasillo sin cambiar de posición significativamente. 10. Dado que se considera un sistema de bajo nivel, los movimientos verticales pueden ser despreciados. Con estos supuestos el modelo matemático que se encuentra explícitamente descrito en el documento [18] puede acoplarse en gran manera con el comportamiento del sistema de almacenamiento en LA EMPRESA, aspirando que con su implementación se genere en el proyecto resultados similares que los obtenidos por los autores citados.

Otro factor clave de la problemática identificada es el costo de almacenamiento, se han encontrado fuentes de investigadores que se centran en este tema. Venkata Reddy, Muppani Gajendra y Kumar Adil consideran no solo el costo de preparación de pedidos como lo hacen la mayoría de autores, sino también el costo del espacio de almacenamiento, de mantenimiento o de posesión del Stock, los cuales son de gran importancia a considerar debido a que incluyen todos los costos directamente relacionados con la titularidad de los inventarios tales como: Costos Financieros de las existencias, Gastos del Almacén, Seguros, Deterioros, pérdidas y degradación de mercancía, los cuales tienen mayor impacto en los costos totales de una empresa, factor el cual se ha considerado la problemática principal de LA EMPRESA según el desarrollo del proyecto. Además, los autores consideran que la asignación del espacio físico en un almacén es de vital importancia para tener una mejor administración y control de lo que se encuentra en él y por ende mejorar los costos de almacenamiento que se involucran. En el documento se identifican procedimientos de ordenamiento en donde los artículos son ubicados en los espacios de la bodega usando como criterio la base de su índice de cubo por pedido (COI), y dividen los elementos en clases bajo la política ABC para asignar de manera eficiente los espacios físicos del almacén, para que el manejo de los productos se hiciera de manera más fácil manteniendo de mejor manera el orden, reduciendo a su vez las pérdidas por daños y obsolescencia. De este modo los autores citados dan a conocer al equipo de trabajo del proyecto el modo de identificar la política de almacenamiento basada en clases distribuye productos entre varias clases y, para cada clase, reservando una región dentro del área de almacenamiento para cada ítem resolviendo de esta manera el problema de desorganización y desconocimiento de ítems existentes en la bodega de la empresa. [19]

La literatura antes mencionada corresponde a los documentos más significativos para el proyecto, esto debido a que abordan los factores clave de las problemáticas identificadas en el proceso de almacenamiento en la empresa y lo que estos a su vez implican. Mediante la revisión de literatura se profundizó en temas importantes de los cuales se tenía poca noción de su aplicación en ámbitos reales, estos temas fueron el costo de almacenamiento y el control de inventarios, para los cuales las diferentes referencias consultadas dan como método de mejora una adecuada y estandarizada ubicación de los ítems y optar por la mejora de alternativas para la realización de *picking* teniendo siempre como objetivo la reducción de costos que se puede lograr mediante la disminución de distancias, de uso de mano de obra, o de desperdicios de materia prima por deterioro u obsolescencia como consecuencia de un ineficiente uso de los espacios físicos, objetivos que se tiene en común con el proyecto que el equipo de trabajo viene desarrollando en LA EMPRESA, por lo que se toman buenas prácticas identificadas en las soluciones y resultados obtenidos por los autores. Cabe resaltar que en la tabla XXVIII se presenta un resumen de todos los recursos literarios consultados, los cuales se desenvuelven en el mismo ambiente y temas ya profundizados, que también sirvieron como guía para determinar las buenas y malas prácticas que se ejecutaron en dicho momento y pueden servir como guía para identificar la dirección que el proyecto debe seguir en las etapas restantes y que de igual manera hacen aportes concretos al diseño de una metodología que permita mitigar la problemática de LA EMPRESA.

C. Exploración de Ideas y Selección de Alternativas

Después de tener en cuenta el análisis de causas, datos y la revisión de literatura realizada, fue posible plantear ideas que tenían como objetivo dar respuesta a los requerimientos de las partes interesadas (propietarios y trabajadores de LA EMPRESA, equipo del proyecto, entre otros) especificados en la primera etapa del proyecto. Es así, como a partir de dichas ideas se logró proponer

soluciones tomando como referencia los principios de la gestión de almacenes e inventarios con el fin de solucionar la problemática existente.

Por esta razón, se planteó la necesidad de encontrar soluciones rápidas, accesibles y eficaces; es por esto que se retomó el uso y aplicación de técnicas de pensamiento estudiados en el curso las cuales se caracterizaban por apoyarse en el pensamiento creativo y lógico con el fin de crear alternativas factibles de solución. Por este motivo, se decidió utilizar la técnica desarrollada por Walt Disney denominada “Método de Disney” la cual tiene como objetivo generar una gran cantidad de ideas que permitieran resolver el problema que vive actualmente la empresa: aumento de los costos de ventas en un 28,09% entre los años 2018 y 2019. Después de escoger este método cada integrante del grupo se adjudicó una línea del pensamiento (soñador, realista y crítico), para eso se dispuso de una serie de papeles adhesivos en las que se generaron ideas que dieran solución al problema planteado. Por ejemplo, se identificaron con adhesivo azul la respuesta a la siguiente pregunta: ¿cuál sería la solución idónea para la situación? (esto sin tener en cuenta ninguna restricción). Por otro lado, en papel verde se ubicó el pensamiento realista: respondiendo la siguiente pregunta ¿Cómo es posible convertir los sueños en realidad? Finalmente, en papeles rojos se encuentra el pensamiento crítico en el cual se debe responder: ¿Cuáles son los puntos débiles de las ideas planteadas? Después de realizar toda esta metodología propuesta por Disney se hizo una reflexión y recopilación de un conjunto de ideas las cuales tenían como objetivo lograr una mejora significativa a la problemática de LA EMPRESA.

Entre las ideas planteadas se encuentran

- Adoptar filosofías como el *lean manufacturing* basadas en la reducción de costos, riesgos innecesarios y actividades que no agregan valor, con el objetivo de realizar una reestructuración de las políticas de localización de productos en bodega evaluando las demandas de los consumidores y satisfaciéndolas, usando la mínima cantidad de recursos para alcanzar resultados positivos en productividad, competitividad y rentabilidad. Por ejemplo, diseñar formatos para la localización y distribución física de los productos en bodega con el objetivo de mejorar la capacidad de almacenamiento dentro de las instalaciones, partiendo de la clasificación de factores determinantes asociados a la mercancía.
- Establecer un sistema de control de inventarios empleando herramientas computacionales de fácil acceso como la hoja de cálculo *Microsoft Excel* y dispositivos electrónicos para la lectura de códigos de barras, para desarrollar un sistema de registro más compacto y llevar a cabo una adecuada actividad de control y gestión del inventario con información más exacta brindada por los códigos SKU (*Stock keeping unit*), la ubicación dentro de la bodega y otros elementos claves.
- Desarrollar e implementar un sistema de localización de productos (potenciado por un sistema de información) con el objetivo de reducir la proporción de tiempos en el proceso de *picking* bajo la reducción del tiempo de búsqueda de la mercancía en bodega. De igual manera, evaluar la pertinencia de modificar (Utilizar) (o adquirir) herramientas tecnológicas o programas informáticos como el *warehouse management system* para el seguimiento y la optimización de la gestión de los inventarios y las bodegas de la compañía.
- Implementar reglas de ubicación empíricas para determinar ubicación de los productos en bodega de LA EMPRESA, esto con la ayuda de un modelo de control de almacenamiento e inventarios para productos de alta rotación de LA EMPRESA, apoyándose para esto en una clasificación ABC que permita diferenciar la importancia de los diferentes ítems y determinar reglas de control diferenciadas.

Posteriormente con el objetivo de hacer una elección de alternativas lo más objetiva posible se decidió seleccionar los siguientes criterios de selección. Cabe destacar que, tanto el desarrollo del planteamiento como la definición de los criterios y las alternativas, se realizó con base en los grupos de interés más importantes. En la Tabla VIII se presenta dichos criterios:

TABLA VIII

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Nombre del Criterio	Descripción del Criterio
Practicidad	La practicidad hace referencia a la facilidad que debe tener la solución propuesta, es decir, que los trabajadores del área de bodegas de LA EMPRESA y los cargos superiores (por ejemplo, Gerente) puedan implementar de manera sencilla y segura la solución propuesta.
Capacitación	Hace referencia al nivel de enseñanza que debe impartirse a los trabajadores del área de bodegas de LA EMPRESA, es decir, tener en cuenta la cantidad de horas, costo de dicha capacitación, nivel de conocimientos de capacitadores.
Costo	La alternativa de solución que se seleccione debe encontrarse bajo el alcance financiero de LA EMPRESA de modo que dicha solución tenga en cuenta restricciones de presupuesto para así lograr las mayores utilidades posibles. En esta solución se deben tener en cuenta elementos del costo como: equipos, capacitaciones, sistemas informáticos o cualquier otro elemento a considerar.
Tiempo de implementación	El tiempo de implementación hace referencia al tiempo necesario para desarrollar la solución propuesta. Se espera que este tiempo de implementación sea el menor posible para poder evaluar los resultados rápidamente. Entre menos se demora dicha implementación LA EMPRESA podrá corregir el problema existente y disminuirá sustancialmente los costos y excesos de inventario.
Robustez	La robustez hace referencia a la viabilidad de la propuesta a largo plazo a medida que va entregando los diferentes resultados.

Después de definir las alternativas y sus respectivos criterios, se procedió a realizar una evaluación mediante la metodología de análisis jerárquico AHP el cual tiene las siguientes características. [20]

- Las decisiones que consideran múltiples criterios admiten una representación jerárquica, similar en principio a un organigrama, que denota la manera en que se estructura el proceso de decisión.
- El nivel más alto de la jerarquía provee la meta general deseada, el problema o situación que se aborda para tomar una decisión al respecto.
- El siguiente nivel de la jerarquía ha de informar los criterios que se tienen en cuenta al respecto de la meta global deseada. Este nivel puede dividirse en otro nivel con un grado mayor de detalle, según sea que los criterios involucrados en la decisión deban refinarse.
- El último nivel de la jerarquía contendrá las diferentes alternativas de que se dispone para lograr alcanzar la meta global, tope de la representación jerárquica.

En este análisis se necesita asignar un peso a cada criterio seleccionado. Por tal motivo se utilizó la siguiente tabla de preferencias la cual está debidamente estandarizada para este tipo de metodologías. A continuación, en la Tabla IX se ilustra dicha escala.

TABLA IX

ESTANDARIZACIÓN DE PREFERENCIAS [20]

Juicio Verbal de Preferencia	Valor Numérico
Preferencia Igual	1
Preferencia Igual a Moderada	2
Preferencia Moderada	3
Preferencia Moderada a Fuerte	4
Preferencia Fuerte	5
Preferencia Fuerte a Muy Fuerte	6

Preferencia Muy Fuerte	7
Preferencia Muy Fuerte a Extrema	8
Preferencia Extrema	9

Una vez definidas las escalas de los criterios se realizó un análisis por medio de la metodología AHP. En la Tabla X se especifica la ponderación de los criterios escogidos para analizar.

TABLA X
COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Comparación de alternativas según criterios											1	2	*(2)/(1)
Matriz Comparación Por Pares						Matriz Normalizada					Vector Prioridades	Vector Ponderado	Vector Consistencia
	1	2	3	4	5								
Criterios	Practicidad	Capacitación	Costo	Tiempo de Implementación	Robustez	Practicidad	Capacitación	Costo	Tiempo de Implementación	Robustez			
Practicidad	1	3	1/6	1/4	2	0,085	0,150	0,094	0,054	0,129	10,24%	0,52	5,071
Capacitación	1/3	1	1/8	1/6	1/2	0,028	0,050	0,071	0,036	0,032	4,34%	0,22	5,076
Costo	6	8	1	3	7	0,507	0,400	0,566	0,650	0,452	51,48%	2,76	5,360
Tiempo de Implementación	4	6	1/3	1	5	0,338	0,300	0,189	0,217	0,323	27,32%	1,45	5,293
Robustez	1/2	2	1/7	1/5	1	0,042	0,100	0,081	0,043	0,065	6,62%	0,33	5,023
Totales	11,833	20,000	1,768	4,617	15,500	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100,00%		5,165

Después de ver esta tabla fue posible determinar que el criterio más importante o que mayor prioridad tiene es el costo con un 50% de preferencia. A continuación, en las Tablas XI se observa los análisis de consistencia para los diferentes criterios de decisión.

TABLA XI
RESULTADOS DE CONSISTENCIA DE CRITERIOS

Numero de criterios n	5
Promedio Vector consistencia λ	5,165
Indice de consistencia CI	0,041
Indice consistencia Aleatorio RI	1,188
Razon de consistencia CR	0,035
¿Es consistente?	VERDADERO

Para finalizar la metodología AHP, se realizó una última evaluación que permitió a través de la ponderación de los diferentes alternativas y criterios elegir la mejor alternativa de solución. Como se expone en la TABLA XVII. El proceso matemático de selección de alternativa se pudo desarrollar en el Anexo 8.

TABLA XII
RESULTADOS FINALES DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Evaluación Final de Alternativas															
Alternativa de Solución	Practicidad			Capacitación			Costo			Tiempo de Implementación			Robustez		
	Valor Criterio	Valor Alternativa	Total	Valor Criterio	Valor Alternativa	Total	Valor Criterio	Valor Alternativa	Total	Valor Criterio	Valor Alternativa	Total	Valor Criterio	Valor Alternativa	Total
Metodología LEAN	0,102	0,126	0,013	0,043	0,093	0,004	0,515	0,126	0,065	0,273	0,136	0,037	0,066	0,179	0,012
Control de Inventarios	0,102	0,079	0,008	0,043	0,167	0,007	0,515	0,305	0,157	0,273	0,309	0,084	0,066	0,460	0,030
Sistema de Localización	0,102	0,305	0,031	0,043	0,451	0,020	0,515	0,079	0,040	0,273	0,063	0,017	0,066	0,082	0,005
Clasificación ABC	0,102	0,490	0,050	0,043	0,289	0,013	0,515	0,490	0,252	0,273	0,492	0,134	0,066	0,279	0,018
		1			1			1			1			1	100%

De acuerdo a la metodología AHP la propuesta de solución más conveniente para solucionar el problema presentado por LA EMPRESA, es implementar reglas de ubicación empíricas para determinar ubicación de los productos en bodega de la compañía, mediante un modelo de control de almacenamiento e inventarios para productos de alta rotación de LA EMPRESA, apoyándose para esto en una clasificación ABC que permita diferenciar la importancia de los diferentes ítems y determinar reglas de control diferenciadas.

D. Objetivos

En este apartado, se especifican los objetivos con los cuales se pretende culminar el proyecto de diseño. Por un lado, se tiene el objetivo general que se plantea con el fin de establecer un rumbo de trabajo para la terminación del proyecto; finalmente los objetivos específicos se plantean como un paso a paso para dar cumplimiento al objetivo general.

Objetivo general

Diseñar una propuesta para mejorar la distribución del área operativa de la bodega y el almacenamiento de los productos, en el propósito de disminuir el costo de almacenamiento e incrementar la eficiencia del proceso de recolección y ubicación de productos en LA EMPRESA.

Objetivos específicos

- I. Caracterizar comportamiento de las demandas y seleccionar estrategias para pronosticar el comportamiento de la demanda que sean acordes con la naturaleza de los productos comercializados por la EMPRESA.
- II. Realizar una clasificación del inventario actual de los productos mediante la metodología ABC para determinar la relevancia que tiene cada uno de estos, considerando la demanda, costos y rotación de inventarios.
- III. Identificar reglas para el almacenamiento y la distribución física del inventario que se ajuste a las necesidades de la empresa en las cuales se tome como referencia criterios de tamaño, peso, volumen, seguridad.
- IV. Evaluar mediante simulaciones computacionales el rendimiento de los métodos de almacenamiento propuesto y su comparación contra el escenario actual con el propósito de seleccionar el que genere mejores resultados y analizar su viabilidad financiera.

E. Plan de Trabajo

En relación con los objetivos específicos definidos para el desarrollo del presente proyecto, la Tabla XVIII presenta las actividades para llevarlo a cabo. El Anexo 9 presenta el cronograma donde se especifica las fechas planteadas para la realización del trabajo.

TABLA XIII

PLAN DE TRABAJO

Objetivo	Área IISE	Herramientas de Ingeniería Industrial	Letra	Actividad	Entregable (alcance)	Fecha entrega
Identificar y Seleccionar estrategias para pronosticar el comportamiento de la demanda que sean acordes con la naturaleza de los productos comercializados por la EMPRESA.	Facilities Engineering and Energy Management	Gestión de Inventarios	E	Identificar estrategias para mejor el registro del inventario en LA EMPRESA	Listado con las estrategias de mejoramiento del registro de inventario	05/02/2021
	Facilities Engineering and Energy Management	Gestión de Inventarios	E	Indagar e identificar reglas cuantitativas y cualitativas que permitan realizar el pronóstico de la demanda.	Análisis de cada regla de pronóstico encontrada	12/02/2021
	Facilities Engineering and Energy Management	Análisis	E	Escoger las mejores alternativas para realizar el pronóstico de la demanda que vayan acorde a los productos de la empresa.	Análisis de los resultados e identificación de un método de pronóstico	19/02/2021

Realizar una clasificación del inventario actual de los productos mediante la metodología ABC para determinar la relevancia que tiene cada uno de estos considerando la demanda, costos y rotación de inventarios.	Facilities Engineering and Energy Management	Gestión de Inventarios		Cuantificar la rotación y costos que presenta cada referencia para poder establecer a que categoría será asignada.	Listado de las rotaciones y costos de cada referencia clasificada de mayor a menor	01/03/2021
	Facilities Engineering and Energy Management	Distribución de plantas y almacenamiento	E	Establecer la clasificación de acuerdo a la rotación y costos, en donde el producto de más alta rotación y más alto costo es categoría A, el de intermedia es categoría B y el de poca rotación es categoría C	Análisis y clasificación de cada referencia de acuerdo a la rotación y costos.	11/03/2021
Identificar reglas para el almacenamiento y la distribución física del inventario que se ajuste a las necesidades de la empresa en las cuales se tome como referencia criterios de tamaño, peso, volumen, seguridad.	Facilities Engineering and Energy Management	Almacenamiento	B	Búsqueda de reglas de almacenamiento más convenientes y fáciles de implementar para la empresa	Listado de métodos de almacenamiento	23/03/2021
	Facilities Engineering and Energy Management	Distribución de plantas	B	Identificar estrategias para la distribución física del inventario que involucre criterio de tamaño, peso, volumen y seguridad	Listado de reglas de distribución	05/04/2021
Evaluar mediante simulaciones computacionales el rendimiento de los métodos de almacenamiento propuesto y su comparación contra el escenario actual.	Operations research & analysis	Simulación	M	Plantear los modelos de simulación de acuerdo a las especificaciones dadas	Propuestas de modelos de almacenamiento	12/04/2021
	Operations research & analysis	Simulación	M	Simular los modelos estructurados	Resultado del modelo propuesto vs el modelo actual	26/04/2021
	Operations research & analysis	Análisis	E	Validar los resultados arrojados por el modelo de simulación para comparar con el sistema actual	Análisis del modelo propuesto con el modelo actual verificando su eficiencia	03/05/2021
Establecer la viabilidad financiera del método de almacenamiento seleccionado y definir propuestas de mejora para hacer más eficiente el proceso de recolección y ubicación de inventarios en la bodega de LA EMPRESA	Engineering economic analysis	Ing Financiera	E	Analizar los costos de acuerdo a los modelos planteados	Análisis de los costos del modelo propuesto	12/05/2021
	Engineering economic analysis	Ing Financiera	E	Validar los costos del modelo planteado con los del estado actual	Certificación de la viabilidad del método de almacenamiento mediante un informe gerencial	26/05/2021

IV.MEJORAR

A. Desarrollo del diseño de la solución

En primer lugar, se hizo una caracterización del inventario de los artículos planteados en el Pareto para analizar su comportamiento y poder entender su naturaleza en LA EMPRESA, debido a que este tipo de análisis no se había realizado anteriormente. A continuación, se mostrarán gráficamente algunos comportamientos de las demandas para el período de 2019, lo anterior justificado en que el año 2020 fue un año atípico por cuenta de la pandemia producto del COVID-19, lo cual generaba que la información pudiera estar con muchas variaciones y/o sesgos que pudieran alterar dicho análisis.

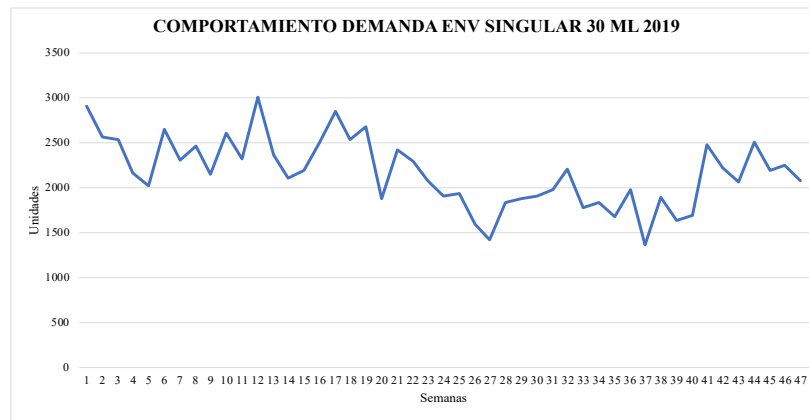


Fig. 29. Gráfico Comportamiento Inventario env. singular 30 ml para 2019

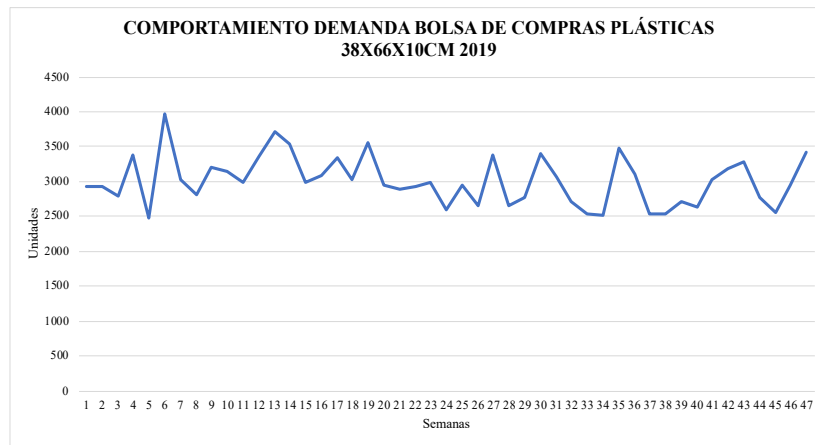


Fig. 30. Gráfico comportamiento inventario bolsa de compras plástica 28x54x8 cm para 2019

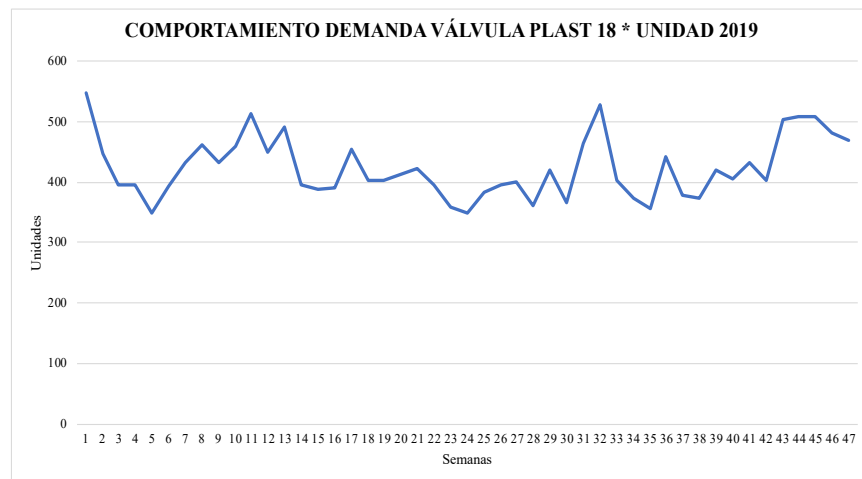


Fig. 31. Gráfico comportamiento inventario válvula plástica 18*unidad para 2019

Como se pudo evidenciar en los gráficos anteriores, estos ítems no experimentan un comportamiento un poco irregular para la demanda de algunos ítems. Esto demuestra la necesidad que tiene LA EMPRESA de poder analizar de mejor manera el comportamiento de sus demandas. A continuación, se en la tabla Fig. 32 se presentan algunas medidas estadísticas descriptivas para el resto de ítems.

Referencia	Promedio	Desviación	Coefficiente de Variación
Env. Singular 30 ml	2166,55	379,98	17,54%
Bolsa de compras plásticas 38x66x10cm	3009,57	348,89	11,59%
Bolsa de compras plástica 28x54x8cm	2144,28	365,90	17,06%
Válvula plast 18 * unidad	423,45	50,70	11,97%
Tapa 12mm gotero seg. Verde	756,94	83,19	10,99%
Env. Singular 50 ml	480,85	111,51	23,19%
Bolsa de compras ecológica 18x27 cm	790,13	155,39	19,67%
Luxury 30 ml	193,06	80,84	41,87%
Cintura 30 ml	135,21	36,85	27,25%

Fig. 32 Estadísticas descriptivas para artículos de LA EMPRESA

Por ejemplo, analizando valores como el coeficiente de variación se puede notar que hay referencias que tienen una variación elevada, por ejemplo, el ítem *Luxury* 30 ml presenta una variación de aproximadamente el 42% lo cual requiere de un estudio posterior para poder controlarlos de manera adecuada, teniendo en cuenta que solo este ítem representa aproximadamente el 3% del inventario total. Con este análisis de variación realizado se demuestra claramente un descontrol de la demanda en LA EMPRESA. Se puede consultar en el anexo #10 el resto de la tabla.

Después de hacer la respectiva caracterización del inventario se empezó a investigar los diferentes métodos que podrían ayudar a solucionar el problema de ubicación y almacenamiento en las bodegas de LA EMPRESA. Dentro de las empresas, la ubicación de las mercancías, representa un problema para decidir la disposición física del inventario dentro de un almacén para minimizar los gastos de manejo, para lograr una máxima utilización del espacio de almacén y para cumplir ciertas restricciones sobre la ubicación de la mercancía, por ejemplo, la seguridad, protección contra incendios, compatibilidad de producto y necesidades de recolección de pedidos. La colocación del inventario por lo general se presenta de dos maneras. Primero, existe una selección de ida y vuelta, donde sólo un artículo o una carga se recoge desde una ubicación particular. Un recorrido normal sería abandonar la plataforma de salida, recoger un producto y regresar a la plataforma de salida.

Segundo, existe una ruta de recolección en la que varios artículos sobre un pedido se recogen antes de regresar al punto de salida, o área de escala temporal, esto también conocido como *picking*, el cual 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 (*Stock-Keeping Unit*, *SKU*) y una cantidad.” [21]. El volumen recogido sobre cualquier ruta puede estar limitado por la capacidad del camión del recolector de pedidos.

Los métodos de almacenamiento intuitivos son atractivos en cuanto a que proporcionan algunas directrices útiles para la disposición sin la necesidad de utilizar matemáticas de alto nivel. La disposición de las mercancías es con frecuencia intuitiva y con base en cuatro criterios: complementariedad, compatibilidad y popularidad. Estos se explicarán en la tabla XIV

TABLA XIV

CRITERIOS PARA ALMACENAMIENTO DE MERCANCÍAS [22]

Criterio	Definición
Complementariedad	Se refiere a la idea de que los artículos solicitados, con frecuencia juntos, deberán ubicarse cercanos entre sí. Este factor es de particular importancia cuando la recolección de pedidos es del tipo de ruta-recolector o cuando se dispone el almacenamiento, flujo o estantes en sistemas designados de áreas de recolección de pedidos
Compatibilidad	La compatibilidad incluye la cuestión de si los artículos pueden colocarse en forma práctica uno junto al otro. Los productos se consideran compatibles si no existe restricción en su proximidad de ubicación.
Popularidad	Reconoce que los productos tienen distintos índices de rotación dentro de un almacén, y que el costo de manejo de materiales se relaciona con la distancia recorrida dentro del almacén para localizar y recoger el inventario. Esto sugiere que los costos de manejo pueden minimizarse si el tamaño (volumen cúbico) del artículo se utiliza como la guía de la disposición.

Posteriormente de acuerdo con estos criterios se buscó seleccionar el mejor método de almacenamiento, entre los principales candidatos se encontraron: [22]

- i. *Ubicación alfanumérica*: todos los artículos se colocan en estricta secuencia alfanumérica.
- ii. *Ubicación rápida y otros*: artículos seleccionados se separan del resto, o de los "otros" artículos y se almacenan en secuencia alfanumérica lo más cercano a la posición de trabajo del seleccionador.
- iii. *Ubicación por frecuencia*: los artículos de más rápido desplazamiento se colocan lo más cercano posible a la posición de trabajo del seleccionador. (Este es equivalente al método de disposición por popularidad.)
- iv. *Ubicación por selección del factor de densidad (SFD)*: cuanto mayor sea la proporción del número de selecciones por año al volumen de almacenamiento requerido en pies cúbicos, más cercano se colocará el artículo a la posición de trabajo del seleccionador. (Esto equivale al inverso del índice cúbico por pedido.)

De acuerdo con lo expuesto por Vidal, la distribución por popularidad o por tamaño no es completamente satisfactoria porque una desprecia un factor importante para la otra. James Heskett combinó ambas características en un índice de volumen cúbico por pedido que se define como la relación entre el requisito de espacio de almacenamiento del artículo (cubo) y su popularidad. La política de asignación basada en COI clasifica los elementos en función de sus valores de COI, en orden ascendente, y luego los asigna en ese orden a las ubicaciones más accesibles, es decir, las ubicaciones más cercanas a la entrada. Estudios han demostrado que la asignación de artículos basada en COI comparada con un método de programación lineal da una respuesta muy cercana al óptimo, por tal motivo muchos autores lo clasifican como un método de optimización, esto haciendo su uso para realizar análisis más amplios de problemas de disposición o distribución. [23]

Después de esta contextualización de las diferentes metodologías se determinó finalmente que: el método de ubicación de acuerdo con el índice COI era el mejor para realizar la distribución de las mercancías dentro de la bodega de LA EMPRESA. Para esto fue necesario analizar los datos de inventario promedio, órdenes por artículo, volumen de cajas entre otras variables que ayudaron a realizar un análisis con el índice COI. La fórmula de este índice se define como:

$$\text{COI (Cube per Order Index)} = \frac{\text{Espacio Requerido Almacenamiento (m}^3\text{)}}{\text{No. Ordenes Diarias}}$$

Para calcular el espacio requerido de almacenamiento se necesita el siguiente cálculo

$$\text{Espacio Requerido Almacenamiento} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{año}} \right) = \text{Volumen Unitario Caja} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{caja}} \right) \times \text{Inventario Promedio} \left(\frac{\text{cajas}}{\text{año}} \right)$$

En cuanto al volumen unitario caja se tomaron en cuenta las dimensiones que tenían las cajas de las diferentes mercancías de la empresa. En la Fig.ura 33 se ejemplifica con las dimensiones de la válvula plástica 18

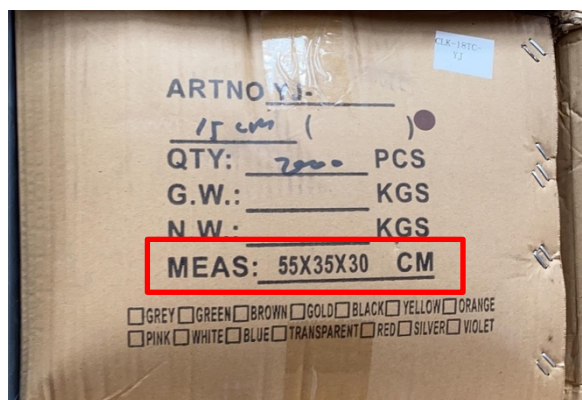


Fig. 33. Tamaño de caja para la referencia Válvula Plast 18

En la siguiente tabla se presentan algunas de las medidas de las cajas de los diferentes ítems del inventario. La continuación de la tabla se puede consultar en el anexo #11

Ítem	Largo (m)	Ancho(m)	Altura (m)	Volumen (m³)
Env. singular 30 ml	0,16	0,36	0,16	0,0092
Bolsa de compras plásticas 38x66x10 cm	0,22	0,46	0,24	0,0243
Bolsa De Compras plástica 28x54x8 cm	0,1	0,4	0,55	0,022
Válvula plast 18	0,35	0,55	0,3	0,0578
Tapa 12mm gotero seg. verde	0,25	0,15	0,24	0,009
Env. singular 50 ml	0,4	0,1	0,3	0,012
Bolsa de compras ecológica 18x27 Cm	0,19	0,4	0,34	0,0258
Luxury 30 ml	0,258	0,184	0,258	0,0122
Cintura 30 ml	0,35	0,19	0,12	0,008

Fig. 34 Dimensiones de las cajas de algunos artículos de LA EMPRESA

En cuanto al inventario promedio se tuvo acceso a los datos de LA EMPRESA, para esto se sacó el promedio de 4/ semanas que son aproximadamente un año de operación. Algo que se debe de tener en cuenta, es que el reporte estaba en unidades vendidas, sin embargo, se hizo la respectiva conversión en cajas. Para esta conversión se tuvo en cuenta el número de unidades que caben dentro de una caja (según la referencia). En la Fig. 35 se muestra este valor

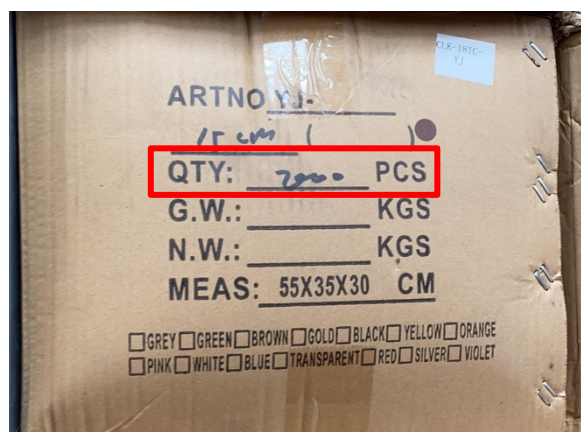


Fig. 35. Cantidad de unidades por caja para la referencia Válvula Plast 18

A continuación, se presentan algunas equivalencias

Ítem	Número de Unidades por Caja
Env. Singular 30 Ml	120
Bolsa De Compras Plásticas 38x66x10cm	400
Válvula Plast 18 * Unidad	2000
Tapa 12mm Gotero Seg. Verde	1200

Fig. 36. equivalencia entre número de unidades y unidades por caja

Los anteriores datos se usaron para poder calcular el inventario en cajas de la siguiente manera

$$\text{Inventario (cajas)} = \frac{\text{Unidades del item } i \text{ (cajas)}}{\text{Numero de unidades por Caja } \left(\frac{\text{unidades}}{\text{cajas}}\right)}$$

Posteriormente se calcularon los inventarios promedio (en cajas) de los diferentes ítems. Para esto se tuvo en cuenta la siguiente expresión

$$\text{Inventario promedio (cajas)} = \frac{\sum_i^n \text{Cantidad de inventario del ítem } i}{47 \text{ semanas}}$$

En la siguiente tabla se enuncian algunos inventarios promedios de los artículos. Adicionalmente para el cálculo del COI también era necesario tener la información de las órdenes semanales, para este caso se obtuvieron datos de LA EMPRESA y posteriormente estos datos se convirtieron a diarios, teniendo en cuenta una semana laboral de 5 días. La continuación de la tabla se puede ver en el anexo #11

Referencia	Inv Promedio	No Ordenes Semanales
Env. Singular 30 Ml	20.60	70
Bolsa De Compras Plasticas 38X66X10Cm	23.51	20
Bolsa De Compras Plastica 28X54X8Cm	25.11	19
Valvula Plast 18 * Unidad	0.43	35
Tapa 12Mm Gotero Seg. Verde	20.06	23
Env. Singular 50 Ml	14.00	29
Bolsa De Compras Ecologica 18X27 Cm	10.36	27
Luxury 30 Ml	12.89	16
Cintura 30 Ml	11.17	14
Env. Cintura 30 Ml Val Plast	7.38	33
Env. Paleta 2022	12.62	25

Fig. 37 Inventario promedio y órdenes semanales de cajas para artículos de LA EMPRESA

Después de tener el inventario promedio, volumen y órdenes diarias en cajas se procede a hallar el COI, a continuación se presentarán algunos resultados. Cabe resaltar que estos resultados no tienen algún criterio de ordenación. La continuación de la tabla se puede ver en el anexo #11

Referencia	Volumen Unitario Caja (m3/caja)	No Ordenes Semanales	Inv. Promedio [cajas/semana]	No. Ordenes Diarias	Espacio Requerido Almacenamiento (m ³)	COI
Env. Singular 30 Ml	0.009	70	21	14	0.19	0.01
Bolsa De Compras Plasticas 38X66X10Cm	0.113	20	24	4	2.70	0.68
Bolsa De Compras Plastica 28X54X8Cm	0.113	19	26	3.8	2.93	0.77
Valvula Plast 18 * Unidad	0.058	35	1	7	0.06	0.01
Tapa 12Mm Gotero Seg. Verde	0.009	23	21	4.6	0.19	0.04
Env. Singular 50 Ml	0.012	29	14	5.8	0.17	0.03
Bolsa De Compras Ecologica 18X27 Cm	0.026	27	11	5.4	0.28	0.05
Luxury 30 Ml	0.012	16	13	3.2	0.16	0.05
Cintura 30 Ml	0.051	14	12	2.8	0.61	0.22
Env. Cintura 30 Ml Val Plast	0.022	33	8	6.6	0.17	0.03
Env. Paleta 2022	0.016	25	13	5	0.21	0.04
Env. Codigo Rosca 50 Ml	0.024	31	8	6.2	0.19	0.03
Env. Elyseo 30 Ml	0.036	33	6	6.6	0.21	0.03
Env. Elegance * 30 Ml	0.007	20	29	4	0.20	0.05

Fig. 38 Valores de COI (sin ordenar) para artículos de LA EMPRESA

Por otro lado, para almacenamiento en LA EMPRESA dispone de 21 estanterías y espacios delimitados para ubicar los distintos productos. Estos recursos utilizados para el almacenamiento no se encuentran estandarizados ya que sus dimensiones varían entre sí. A continuación, se muestran en la Fig. 39 se muestran algunos ejemplos de las diferentes medidas

Estante	Ancho (metros)	Alto (metros)	Profundidad (metros)
1	2,25	1,35	1,3
2	2,9	1,03	1,57
3	2,25	1,35	1,3
4	2,9	1,03	1,57
5	2,4	1,26	1,43

Fig. 39 Medidas de algunos estantes de la empresa

Se observa que las medidas entre los mismos tipos de almacenamiento son muy variables, lo que dificulta el almacenamiento de los productos y la distribución de los espacios en la bodega. Para ver las medidas completas ver Anexo #11.

Para realizar la asignación de los espacios de almacenamiento, se buscó indagar la ubicación de los diferentes estantes en la bodega. Lo anterior con el objetivo de determinar el espacio de almacenamiento disponible. Se obtuvo entonces, que la bodega contaba con la siguiente distribución de estanterías.

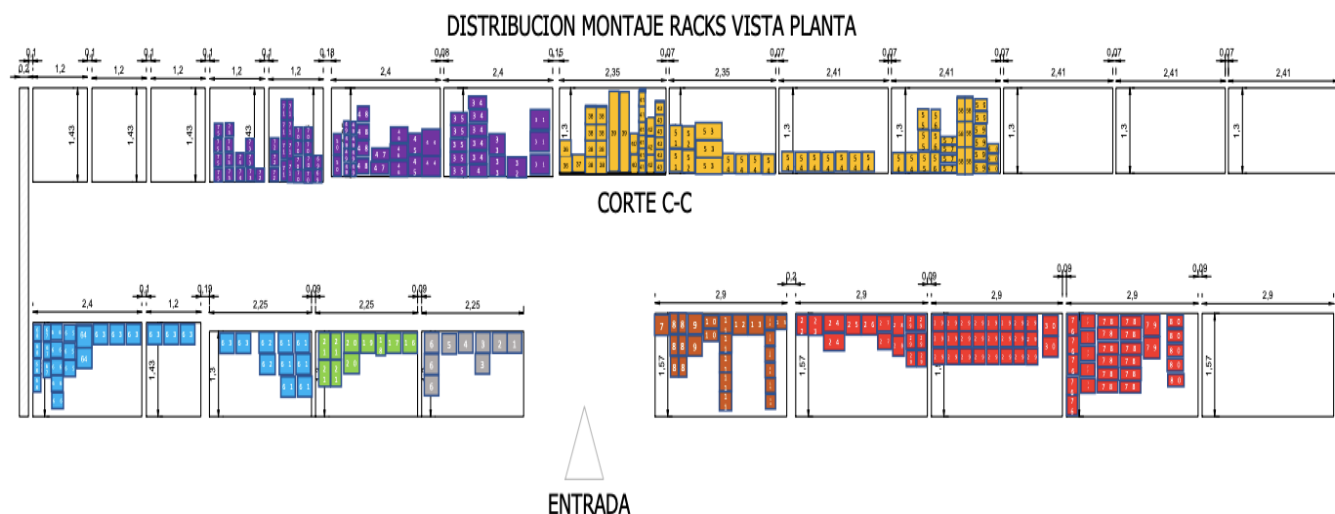


Fig. 40 Distribución de los estantes en la bodega de LA EMPRESA

Posterior a esto se definió la capacidad de almacenamiento con base a la unidad básica definida (cajas), obteniendo un número de posiciones disponibles para asignar por cada uno de los sistemas de almacenamiento, en este caso, estantes. Después de calcular el índice COI para todos los ítems presentes en la bodega, se realizó una depuración de los productos que presentaban un índice COI con valor de 0 (10 en total). Estos no se tomaron en cuenta a la hora de hacer el almacenamiento ya que no ocupan espacios dentro de la bodega. Esto se explica en que en ocasiones la empresa tiene pedidos específicos de sus clientes, es decir, el cliente hace un pedido y LA EMPRESA consigue el producto y se lo despacha inmediatamente, es decir, no lo almacena en la bodega. A continuación, en la Fig. 41, se muestran estos ítems

Referencia	Volumen Unitario Caja (m3/caja)	No Ordenes Semanales	Inv. Promedio [cajas/semana]	No. Ordenes Diarias	Espacio Requerido Almacenamiento (m ³)	COI
Env. Cintura 60 Ml Val Plast	0.011	28	0	5.6	0	0
Env. Lord 100 Ml	0.021	23	0	4.6	0	0
Env. Difusor Ceramica Window	0.044	30	0	6	0	0
Env. Cilindro Rosca 50 Ml	0.071	38	0	7.6	0	0
Env. Scarlet * 50 Ml	0.052	15	0	3	0	0
Pet Campana 1000 Ml	0.007	54	0	10.8	0	0
Env. L12 * 100 Ml	0.020	32	0	6.4	0	0
Env. L12 Negro * 100 Ml	0.048	28	0	5.6	0	0
Env. Campana 500 Ml * Unidad	0.045	66	0	13.2	0	0
Env. Paul 50 Ml	0.032	40	0	8	0	0

Fig. 41 Depuración de ítems que tienen un índice COI igual a 0

Luego de tener todos estos elementos identificados a esto se realizó un método heurístico intuitivo en Excel (ver anexo #11). Para este modelo se hizo el siguiente supuesto: la ubicación de las mercancías se debe hacer principalmente en el primer piso de las estanterías debido a que la manipulación de mercancías es mucho mas sencillo para hacer el respectivo proceso de *picking*. En este caso se hará la explicación del método para la estantería 1. El resto de las estanterías se repite el mismo algoritmo

Paso 1

Realizar el cálculo del COI para cada referencia y ordenarlos de menor a mayor. Esto se muestra parcialmente en la Fig.42. Para la tabla completa puede revisar en el anexo #11.

Referencia	Espacio Requerido Almacenamiento (m ³)	COI
Env. Regalo 30 Ml	0.002	0.0001
Env. Difusor Ceramica Roses	0.002	0.0004
Pet Bala Cristal 30 Ml	0.006	0.0004
Difusor Electrico Cristal	0.009	0.0007
Env. Black 100 Ml	0.009	0.0008
Difusor Electrico Ovni	0.018	0.0019
Env. Brillo 30 Ml	0.014	0.0020
Env. Perfumero Plast	0.022	0.0035
Valvula Plast 18 * Unidad	0.025	0.0035
New Secret * 260 Ml	0.015	0.0036
Env. Gotero Neutro	0.035	0.0040
Pet Bala Cristal 120	0.025	0.0041
Env. Homme 30 Ml	0.077	0.0057
Env. Elyseo 50 Ml	0.022	0.0061

Fig. 42 Índice COI para algunos artículos de LA EMPRESA

Paso 2

Establecer las medidas de las cajas según la referencia. Esto se muestra en la Fig.34

Paso 3

Establecer y definir las dimensiones de las estanterías. Esto se muestra en la Fig.39

Paso 4

Reunir todos los datos de los pasos anteriores en una tabla como la que se muestra a continuación. Los artículos deben de ordenarse de mayor a menor COI. Por ejemplo, en este caso estos son los primeros cinco artículos con menor índice COI. Cabe aclarar que la siguiente tabla es para el caso del estante 1

Estantería	Ancho (1)	Alto (2)	Profundidad (3)	Referencia (5)	Ancho (6)	Altura (7)	Largo (8)
1	2,25	1,35	1,3	Env. Regalo 30 ml	0,49	0,18	0,16
	2,25	1,35	1,3	Difusor eléctrico cristal	0,18	0,34	0,28
	2,25	1,35	1,3	válvula gatillo 28 * unidad	0,15	0,33	0,28
	2,25	1,35	1,3	Env. Difusor cerámica roses	0,43	0,34	0,17
	2,25	1,35	1,3	Pet bala cristal 30 ml	0,22	0,23	0,36
	2,25	1,35	1,3	Bolsa de compras ecológica 18x27 cm	0,4	0,34	0,19
	2,25	1,35	1,3	Env. Black 100 ml	0,45	0,2	0,26

Fig. 43 Disposición de los primeros 5 artículos en el estante 1

Paso 5

Establecer el inventario promedio de cada referencia para calcular la capacidad necesaria en cajas

Estantería	Ancho (1)	Alto (2)	Profundidad (3)	Referencia (5)	Ancho (6)	Altura (7)	Largo (8)	Capacidad necesaria (cajas) (9)
1	2,25	1,35	1,3	Env. Regalo 30 ml	0,49	0,18	0,16	1
	2,25	1,35	1,3	Difusor electrico cristal	0,18	0,34	0,28	1
	2,25	1,35	1,3	Valvula gatillo 28 * unidad	0,15	0,33	0,28	8
	2,25	1,35	1,3	Env. Difusor ceramica roses	0,43	0,34	0,17	1
	2,25	1,35	1,3	Pet bala cristal 30 ml	0,22	0,23	0,36	1
	2,25	1,35	1,3	Bolsa de compras ecologica 18x27 cm	0,4	0,34	0,19	11
	2,25	1,35	1,3	Env. Black 100 ml	0,45	0,2	0,26	1

Fig. 44 Capacidad necesaria de cajas en el estante 1

Paso 6

Establecer las capacidades utilizadas a lo ancho, alto y largo de la estantería. Es necesario que se cumpla la siguiente regla

Capacidad necesaria = capacidad utilizada a lo ancho (cajas) x capacidad utilizada a lo alto (cajas) x capacidad utilizada a lo largo (cajas)

En cuanto a la capacidad necesaria se toma en cuenta el inventario promedio de cajas según ítem, esta capacidad se refiere al número de cajas que se almacenará en el estante.

Referencia (5)	Capacidad necesaria (cajas)(9)	Capacidad utilizada a lo ancho (cajas) (10)	Capacidad utilizada a lo alto (11)	Capacidad utilizada a lo largo (12)
Env. Regalo 30 ml	1	1	1	1
Difusor eléctrico cristal	1	1	1	1
Valvula gatillo 28 * unidad	8	1	4	2
Env. Difusor cerámica roses	1	1	1	1
Pet bala cristal 30 ml	1	1	1	1
Bolsa de compras ecologica 18x27 cm	11	1	4	3
Env. Black 100 ml	1	-	-	-

Fig. 45 Disposición de almacenamiento a lo largo ancho y alto de las artículos en el estante 1

Paso 7

Ubicar cajas a lo ancho de la estantería, esto sustentado en que la empresa no todos los pedidos se hacen completos, es decir, en algunas ocasiones el cliente no pide una caja completa del artículo sino que realiza pedidos fraccionados, es por eso que muchas veces el trabajador debe sacar unidades de las cajas, de acuerdo a esto claramente un almacenamiento hacia arriba o hacia la profundidad dificultaría esta labor. Este almacenamiento se ejemplifica en la Fig.46

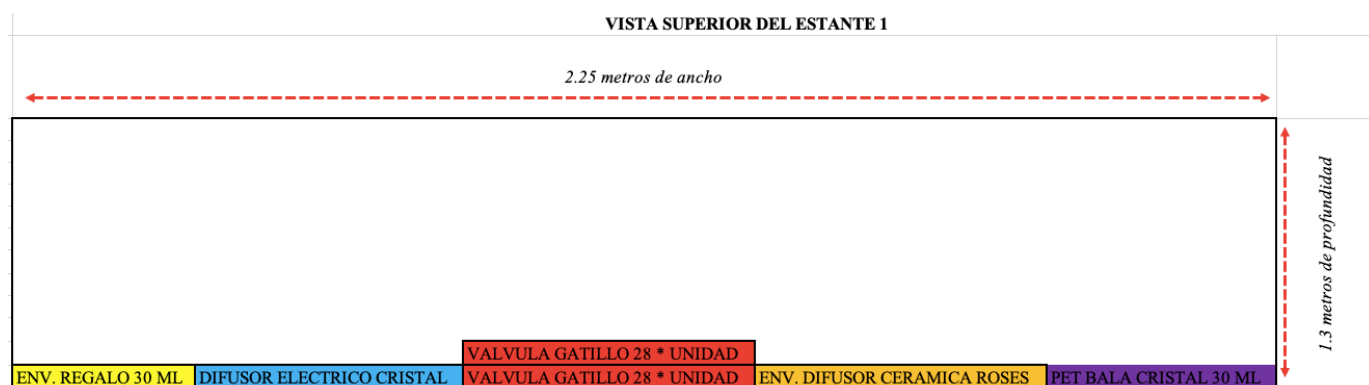


Fig. 46 Vista superior del estante 1

Si se necesita almacenar más de una caja de la referencia, dicho almacenamiento se debe hacer a lo alto para facilitarle la tarea de recolección al trabajador. Este es el caso de la referencia válvula gatillo 28, por eso en la Fig. 47 se busca explicar esto

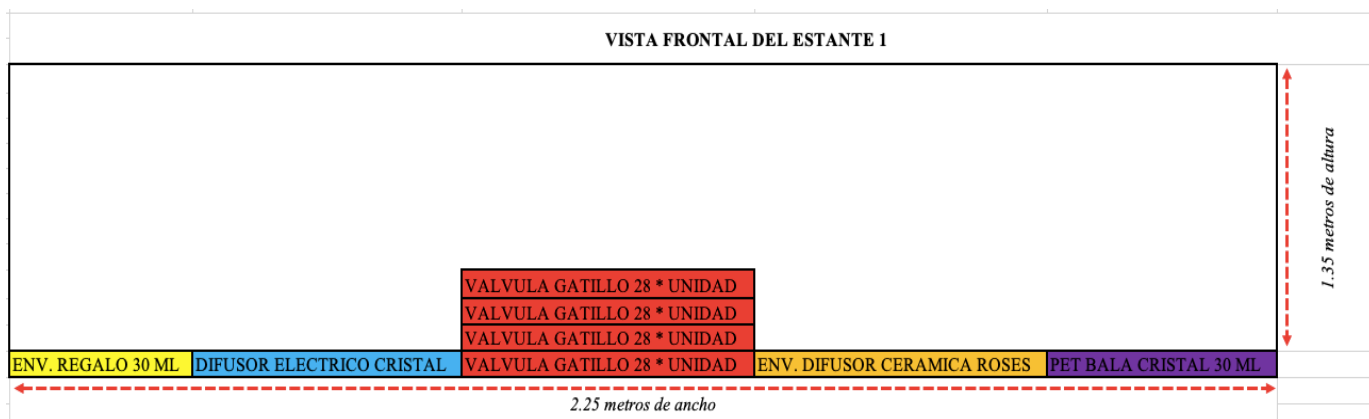


Fig. 47 Vista frontal de estante 1

Paso 8

Como se dijo anteriormente en este método propuesto se busca que las existencias se almacenen a lo ancho de la estantería, por eso se busca agotar primero el ancho de las estanterías. De acuerdo a lo anterior, se toma como referencia el ancho natural del estante y se va restando el ancho de cada caja hasta que no se puedan almacenar más cajas. Por ejemplo, en la Fig. 48 se presenta lo que se debe hacer para el caso de una estantería de 2,25 metros de ancho.

La existencia de espacio disponible se valida por medio de la siguiente prueba lógica

*Si ancho de la caja (m) < espacio disponible en el estante (m) entonces
Se almacena caja a lo ancho*

De lo contrario se debe pasar a otra estantería para hacer su respectivo almacenamiento y repetir al método de ubicación.

Ítem	Ancho de la caja (m)	Espacio disponible en el estante (m)	Existe espacio disponible
Env. Regalo 30 ml	0,49	2,25	Si
Difusor eléctrico cristal	0,18	1,76	Si
Válvula gatillo 28 * unidad	0,15	1,58	Si
Env. Difusor cerámica roses	0,43	1,43	Si
Pet bala cristal 30 ml	0,22	1	Si
Bolsa de compras ecológica 18x27 cm	0,4	0,78	Si
Env. Black 100 ml	0,45	0,38	No

Fig. 48 Método iterativo de ubicación algunos artículos

Paso 9

Ubicar las mercancías en los estantes según exista la disponibilidad. Por ejemplo, en la Fig. 49 se puede evidenciar la ubicación de las primeras cinco referencias en el estante 1

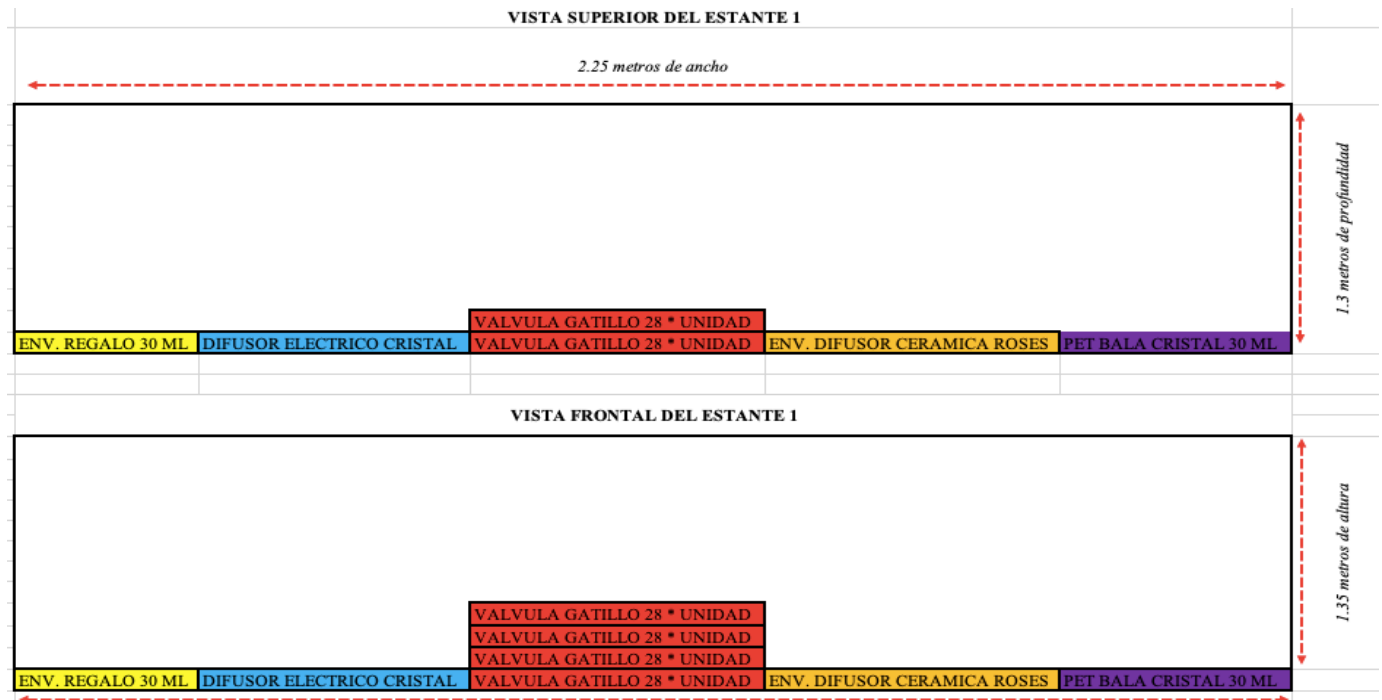


Fig. 49 Ubicación de mercancías en el estante 1

Así sucesivamente se hace con los estantes restantes, esto siguiendo la secuencia, es decir almacenando las mercancías en el estante 2,3,4,5 hasta llegar al estante 21. Sin embargo hay unos casos especiales en los cuales la ubicación no se hizo siguiendo esta secuencia ya que hay estantes muy separados físicamente. Por ejemplo, en el caso de ubicar los productos en la estantería 4 y 5 se nota que existe una distancia muy considerable entre estas, por tal motivo se decide hacer la ubicación de las mercancías en el estante disponible más cercano, es decir, en el estante 10 (ver Fig. 50). En situaciones como estas entonces se decide hacer la próxima ubicación teniendo en cuenta la distancia más corta entre estanterías.

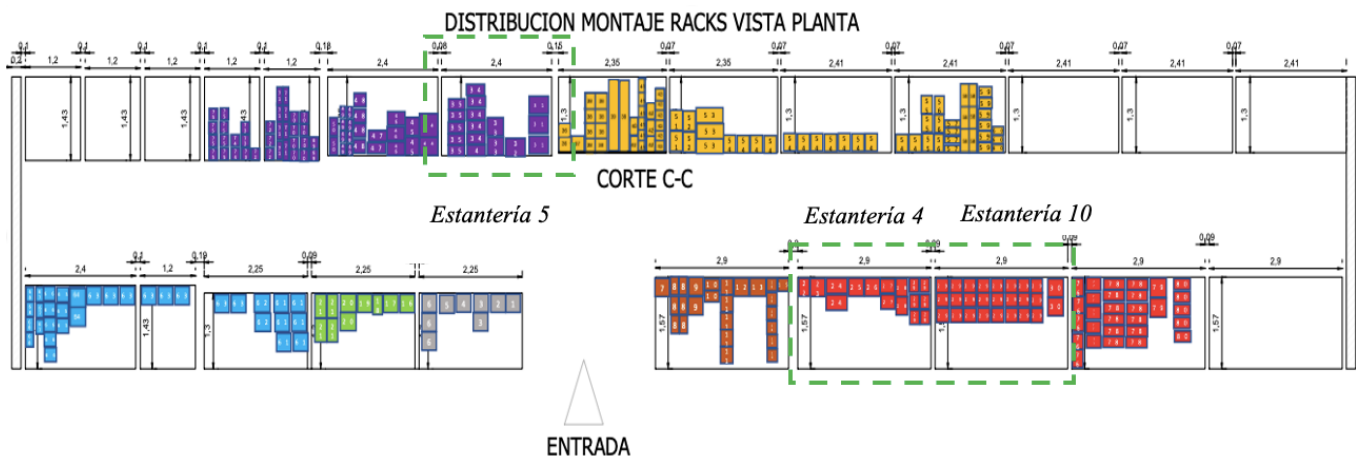


Fig. 50 Casos especiales de ubicación

Paso 10

Repetir los pasos anteriores hasta hacer toda la ubicación de los artículos de LA EMPRESA.

Tal y como se planteó en el plan de trabajo después de realizar el respectivo estudio del comportamiento del inventario y el modelo heurístico de asignación se realizó una clasificación ABC de los productos más representativos para LA EMPRESA. Cabe recordar que la clasificación ABC es un método basado en la Ley de Pareto que se utiliza para establecer prioridades de administración y diferenciar los sistemas de control de ítems de cada categoría [22]. También es conocida por ser una metodología de segmentación de productos de acuerdo con criterios establecidos como indicadores de importancia, costo unitario y volumen anual demandado. En este caso la clasificación ABC se realizará mono criterio, para eso se hará teniendo en cuenta el COI (*cube order index*). Esta clasificación se realizó con el objetivo de conocer la posición que se debe asignar a los ítems dentro del espacio de la bodega. Esta clasificación se realizó en base al valor del índice COI de cada ítem, como se dijo anteriormente se organizaron de menor a mayor según su índice COI, para determinar cómo ítems clase A los de COI menor, e ítems clase C a los de COI mayor. Se determina entonces que los ítems clase A deben tener una ubicación más cercana y de más fácil acceso desde las puertas.

La clasificación se hizo bajo el principio de Pareto, donde los ítems clase A son el 20% del total de los ítems de LA EMPRESA, los cuales representan aquellos ítems con prioridad de ubicación, la clase B son el 30% del total de los ítems totales, y los ítems clase C son el 50%, estos últimos se definen como ítems que deben ser ubicados al fondo de la bodega, es decir, no deben ocupar una ubicación privilegiada. En la Fig. 51 se muestra un ejemplo de la clasificación para los artículos estudiados.

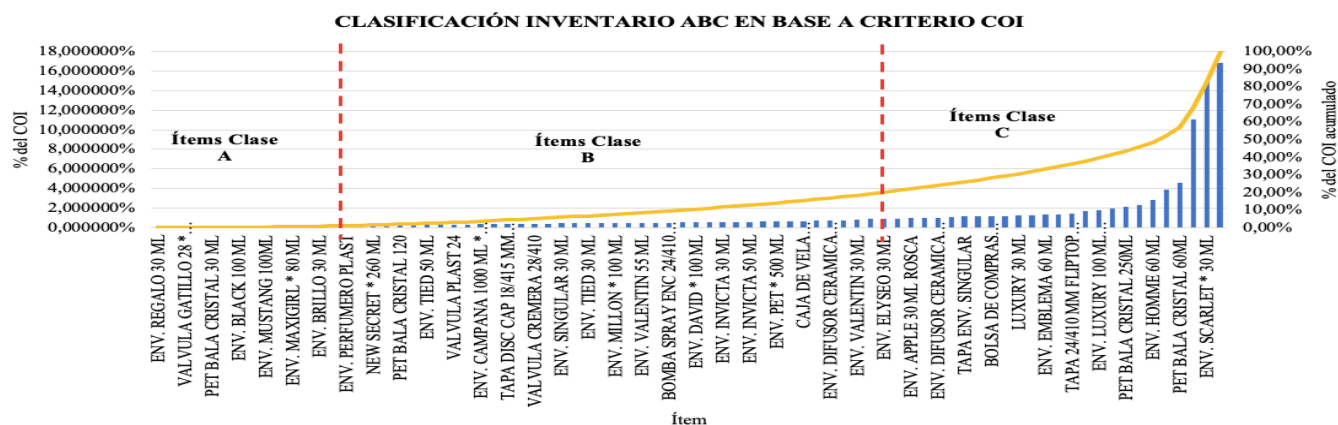


Fig. 51 Clasificación ABC para los ítems de LA EMPRESA

En su mayoría, los ítems con un índice COI más bajo quedaron ubicados en la zona más cercana a la zona de *picking*, es decir, que esta zona es de alta actividad. Teniendo en cuenta que la asignación propuesta sigue la misma lógica para los productos de las zonas más alejadas a la zona de *picking*, se clasificó bodega en tres zonas, como se muestra a continuación:

- Zona de alta actividad (más cercana a la zona de *picking*). Ítems clase A.
- Zona de media actividad (Un poco más alejada a la zona de *picking*) Ítems clase B.
- Zona de baja actividad (La más alejada a la zona de *picking*) Ítems clase C.

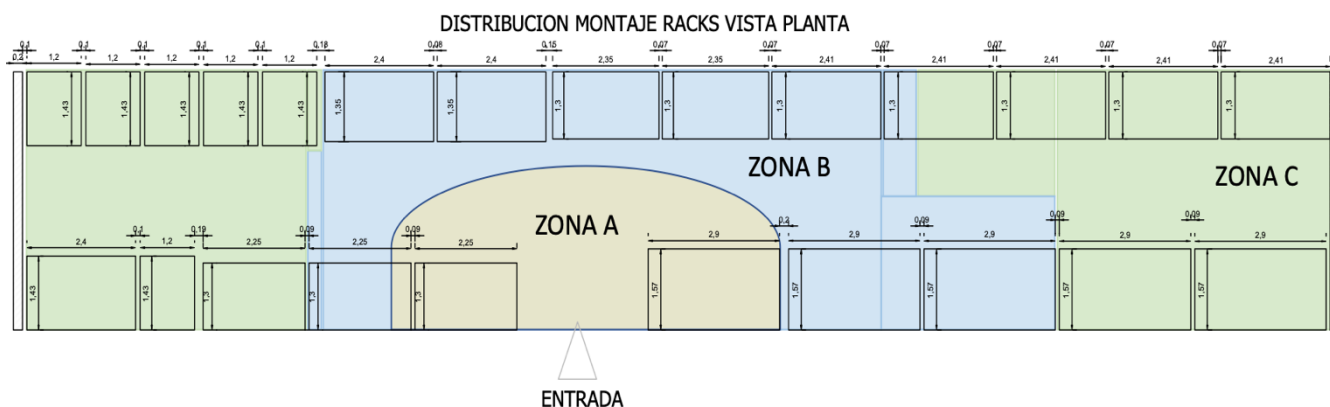


Fig. 52 Distribución de la bodega según clasificación ABC

B. Validación del diseño propuesto

En este caso el indicador clave para evaluar el diseño propuesto es la distancia promedio recorrida por el trabajador, el cual se pretende disminuir por medio del diseño propuesto.

En una primera instancia, de acuerdo con la propuesta de almacenamiento, se tomaron distancias de la puerta de la bodega a cada uno de los artículos para establecer el recorrido que debía realizar un operario a la hora de buscar una referencia determinada y así hacer el proceso de recolección. Para hacer el respectivo análisis, se tomó el promedio de la distancia actual de la empresa y la respectiva mejora propuesta. De acuerdo a esto en la Fig. 53 se muestran los resultados obtenidos

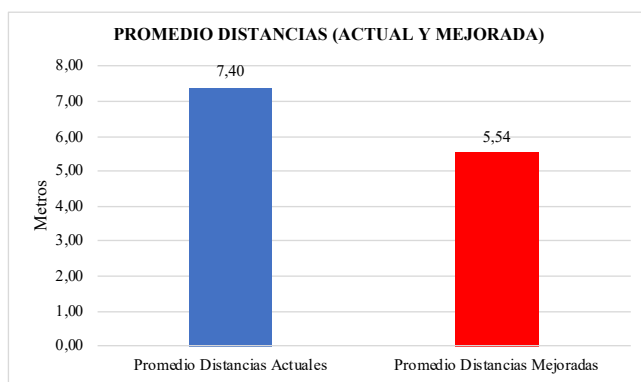


Fig. 53 Validación de distancias promedios (actuales y mejorada)

En este gráfico se demuestra que con la solución presentada logra una disminución del 25,13 % en la distancia promedio que debe recorrer un trabajador a la hora de visitar un estante para recoger la mercancía.

En segundo lugar para hacer un análisis mas completo, se acudió a datos de LA EMPRESA para conocer datos de la demanda para los diferentes artículos. Además se utilizaron los datos de la equivalencia entre unidades y unidades por caja (ver Fig. 36) para establecer la demanda en cajas. Posteriormente se hicieron algunas averiguaciones en LA EMPRESA para determinar el numero promedio de cajas que puede transportar un trabajador. Con esta información se pudo determinar que cada trabajador puede transportar aproximadamente 5 cajas en promedio cuando va a recoger una orden. Haciendo uso de la siguiente expresión se pudo calcular el numero de veces que un trabajador debe ir a la hora de recoger las ordenes demandadas por los diferentes clientes.

$$\text{Distancia total recorrida (metros)} = \# \text{ veces que un trabajador debe ir por las órdenes} \times \text{distancia de la puerta al estante (metros)}$$

Con esta información se hizo una comparación entre las distancias actuales y las mejoradas a partir del diseño de la solución propuesta. En la siguiente grafica se muestra el promedio de la distancia total recorrida antes de la mejora propuesta y después de la implementación de la misma teniendo en cuenta el escenario actual (3 trabajadores en bodega) y el escenario propuesto (5 trabajadores en bodega)

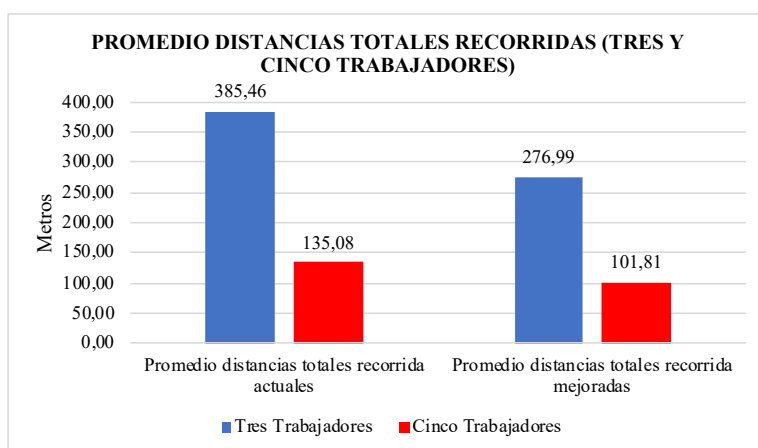


Fig. 54 Validación promedio distancia total recorrida (actual y mejorada)

Teniendo en cuenta los resultados de la Fig.54 se logra ver una reducción del 24,63% en las distancias recorridas, teniendo en cuenta que hay cinco trabajadores operando en la empresa. Lo anterior justifica que hay posibilidad de aumentar el porcentaje de utilización mano de obra (KPI propuesto) pasando de un 30% a un 50% trayendo como resultado una mejora de LA EMPRESA. Finalmente en la tabla XV se presenta un resumen de los KPI's propuestos con sus respectivos resultados actuales y mejorados

TABLA XV

RESUMEN DE RESULTADOS DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

Variable	Actualidad	Meta	Resultado	Cumplimiento
Distancia promedio recorrida por trabajador	7,40 metros	6 metros	5,40 metros	Se cumplió
Distancia promedio total recorrida	690,97 metros	590 metros	496,25 metros	Se cumplió
Porcentaje de trabajadores en bodega	30%	50%	50%	Se cumplió

V.CONTROLAR

A. Medición de los impactos

Impacto Financiero

A la hora de implementar el diseño de un sistema para el almacenamiento de la bodega con un ayuda de herramientas como índice COI, en donde la prioridad es basada en la rotación del inventario, se pudo reducir considerablemente uno de los indicadores de desempeño del proyecto: la distancia recorrida por trabajador en la bodega al recoger un pedido realizado por un cliente. Sin embargo, es necesario tener otro horizonte de análisis, es ahí donde el escenario económico cobra especial relevancia. Para esto fue necesario buscar en la literatura el dato de cuanto se demora una persona en caminar un kilómetro.

Según una investigación realizada en Valencia [24] a raíz de la pandemia por COVID-19, una persona solo se puede caminar un 1 km a la redonda de su residencia. Por esto se decidió hacer una investigación para determinar el tiempo promedio que se demora una persona en recorrer 1km, el dato arrojado por el estudio fue de 13 min en promedio. Esto sirvió como dato de entrada para el análisis financiero del proyecto; de acuerdo con esto se procedió a convertir la distancia en metros para poder determinar el tiempo requerido por un metro de distancia, este valor resultó ser de 0,13 min por metro. Adicionalmente para poder evaluar el impacto financiero, se procedió a evaluar los costos de mano de obra y llevarlos a dinero por minuto de trabajo. Esto con el objetivo de poder contabilizar el gasto que genera la demora en la recolección de pedidos y compararlo con el de la nueva propuesta del proyecto.

Para esto, se realizó la simulación de dos escenarios: El primer escenario consta de analizar pedidos semanales sin la mejora, desde el menor al mayor pedido obtenido en los registros de las demandas del año pasado, posteriormente se procede a calcular el tiempo que demora en recolectarlos y su costo. De igual manera se realizó el mismo procedimiento con el segundo escenario, que es con la mejora ya implementada. Es de tener en cuenta que el horizonte de análisis fue de 52 semanas (año laboral), con lo que se pudo obtener un ahorro entre el 37% y 40% (este rango se explica por la aleatoriedad de los datos) en los costos de mano de obra. Para poder verificar el comportamiento a largo plazo de este ahorro, se procedió a realizar una simulación en donde se tomó como base el promedio de las 52 semanas del antes y del después y se calculó el promedio de estas 52 semanas laborales 100 veces con el objetivo de verificar a que porcentaje del ahorro se está aproximando en el largo plazo. Finalmente, en este escenario se logró obtener un porcentaje de ahorro de alrededor de un 40% de los costos de mano de obra, por operario. Esto demuestra finalmente la mejora en términos financieros que trajo la implementación de la mejora en la empresa

Impacto social

Teniendo en cuenta que LA EMPRESA no cuenta con un método de organización de mercancía en bodega estandarizado y en lugar de esto las referencias se ponen aleatoriamente en las estanterías sin tener conocimiento exacto de la cantidad de existencias. Se espera que, mediante la implementación de la clasificación ABC propuesta para ubicar los ítems en un lugar específico de la bodega según el nivel de rotación por referencia, se reduzcan los tiempos, distancias y movimientos de los operarios. Conocer la ubicación exacta de los materiales dentro de la bodega permiten complementar las actividades de recolección de manera más precisa y eficiente, reduciendo además aglomeraciones y choques dentro de las instalaciones gracias a las rutas sugeridas. También se obtiene reducciones en las actividades de recepción, despacho, almacenamiento y todas las actividades que involucra una gestión de almacenamiento.

B. Estandarización de la solución- POE'S (plan de control)

En la siguiente tabla se muestra el procedimiento operacional estándar (POE) para el Área de la bodega encargada de realizar el proceso de almacenamiento de mercancía, este proceso abarca desde la llegada de mercancía a la empresa, el registro en la base de datos y el almacenamiento en el lugar decretado. Finalmente en el anexo #15 se tiene la estandarización del algoritmo implementado.

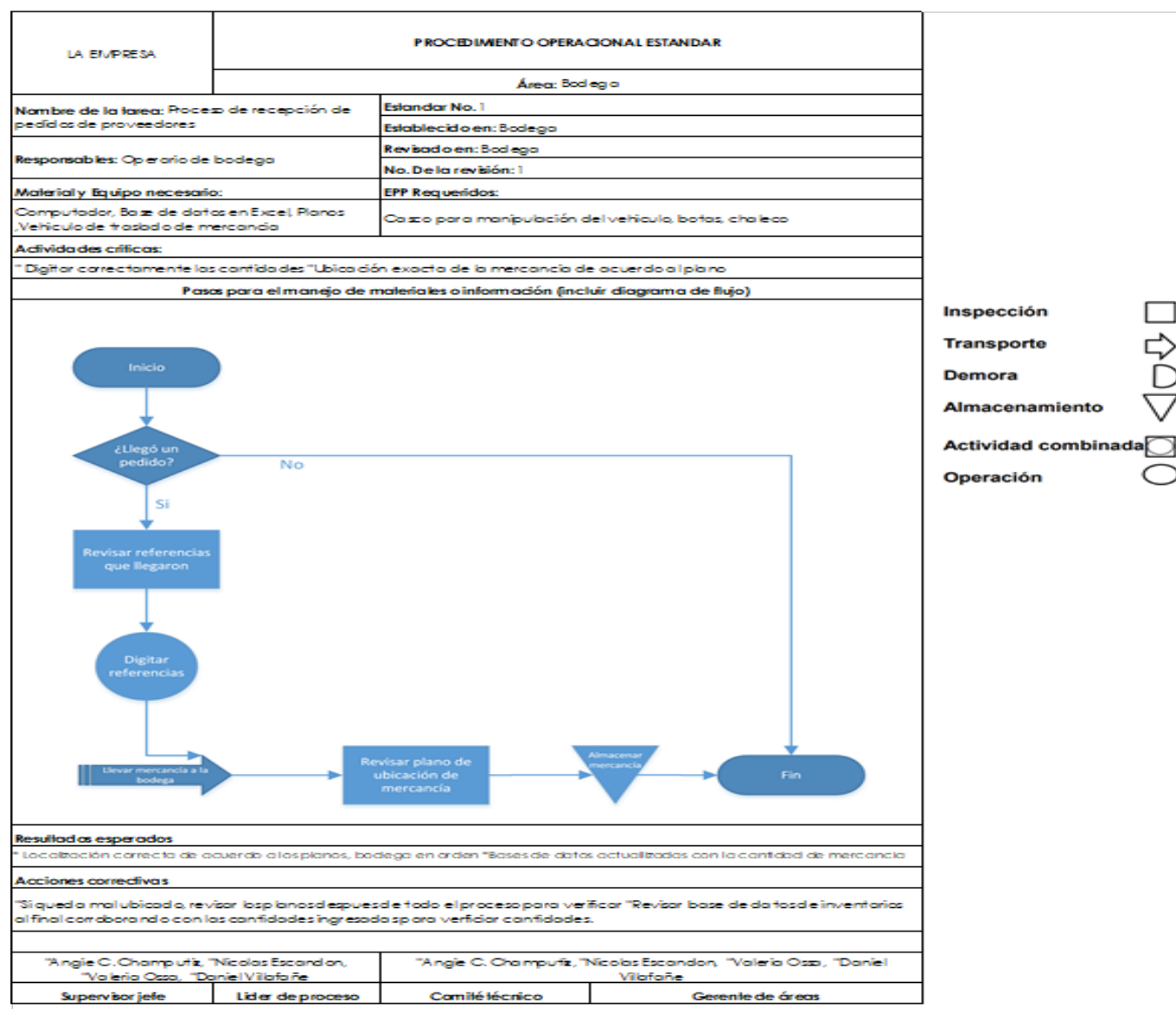


Fig. 55 POE para el proceso de recepción de mercancías y almacenaje de mercancías

C. Conclusiones

A partir del estudio realizado, se encontró que la empresa no lleva una gestión del espacio de almacenamiento y no maneja una metodología de ubicación estratégica de los productos en bodega. Esto se pudo evidenciar, ya que al no contar con un método claramente definido, ocasionó que las políticas de almacenamiento predeterminadas no se lleven a cabo y se realizara este proceso sin tener algún criterio. De igual manera, al haber carencia de metodologías de ubicación y procesos de planeación o disposición

logística, se incurrieron en malas prácticas de seguridad industrial, procesos de manejo y control del inventario y procedimientos de etiqueta de productos y estanterías.

En este caso, cuando este tipo de situaciones hacen presencia en una empresa, es de vital importancia realizar una caracterización del inventario para analizar su comportamiento y poder entender su naturaleza. Es por esto que en este proyecto se realizó un análisis basado en el principio de Pareto que permitió determinar que el 78,94% de los costos de almacenamiento se refieren al capital invertido en los inventarios, el 94 % del inventario total corresponde a la mercancía no fabricada por la empresa y esta contribuye al 99% de los costos total del inventario.

En el presente proyecto, se pudo identificar que hay diferentes maneras de abordar el diseño de un sistema de gestión del espacio de almacenamiento y *slotting* de una empresa, sin embargo, partiendo de que todo problema tiene un contexto y debe ser adecuado al ambiente en el que se desarrolla, por medio de una metodología de análisis jerárquico AHP se determinó que la clasificación ABC es una de las medidas que mejor se adapta para el diseñar un sistema de almacenamiento en la empresa.

Por medio de la clasificación ABC, la política de asignación basada en el índice COI y el método heurístico intuitivo empleado, se realizó una segmentación de los productos partiendo de los datos del espacio requerido en almacenamiento y el número de órdenes diarias, de los cuales se identificaron la importancia de los diferentes ítems, se clasificaron y se ubicaron partiendo del supuesto de que la ubicación de las mercancías se debe hacer principalmente en el primer piso de las estanterías debido a que la manipulación de mercancías es mucho más sencillo para hacer el respectivo proceso de *picking*.

En función del análisis realizado en el proyecto, al realizar una comparación entre el estado actual contra el estado propuesto, se observa una disminución del 25,13% en la distancia promedio que debe recorrer un trabajador a la hora de visitar un estante para recoger la mercancía, se logra ver una reducción del 24,63% en las distancias recorridas, lo que brinda la posibilidad de realizar un aumento del 20% en el porcentaje de utilización de mano de obra. De igual manera, tomando en cuenta que por medio de las metodologías propuestas se clasificaron 80 de las referencias más importantes de la empresa, se logró realizar una reubicación estratégica que utilizó el 70,83% de las estanterías de la bodega, dando paso a la posibilidad de agregar más mercancía en esta zona para cubrir el 100% del área dispuesta.

Finalmente, mediante el análisis financiero y mediante un escenario simulado, se concluye que la alternativa propuesta por el grupo de trabajo es viable, puesto que además de tener una mejora en la gestión del espacio de almacenamiento, una reducción en las distancias recorridas y un aumento en el porcentaje de utilización de la mano de obra, al realizar una simulación de la política impuesta en el área económica, se evidenció un ahorro en los costos asociados a la mano de obra, por operario, del 37% en un horizonte de tiempo de 52 semanas y un ahorro de aproximadamente 40% en un horizonte de tiempo a largo plazo.

D. Recomendaciones

Mediante el diagnóstico realizado a LA EMPRESA, se determinó que el control de inventarios actual no tiene una forma estandarizada de medirse, lo que genera una constante incertidumbre entre la órdenes de compras de los diferentes productos y la demanda real de la empresa. Por lo anterior, es importante aclarar que el manejo de los inventarios realizado por la empresa no es deficiente, pero sí es objeto de mejoramiento, es por esto que es necesario que los encargados de realizar los pedidos tengan en cuenta el registro de todos los datos de demanda, los pronósticos de demanda y las políticas de inventario, ya que son herramientas de gran importancia para la toma de decisiones en las empresas.

Por medio de la evaluación realizada a LA EMPRESA, se identificó que además de no tener un líder de logística, la gestión del espacio en bodega y el control de inventarios actual no están presentes como un método estandarizado. Lo anterior, genera que los trabajadores se tomen más tiempo en encontrar los productos que el cliente solicita, incluso corriendo con la incertidumbre de si realmente cuentan con existencias. Por tal motivo, es importante que los operarios de bodega de la mano con los encargados de realizar los pedidos tengan conocimiento de las políticas de inventario implementadas, así también como de las proporciones de pedidos abastecidos. Este conjunto de conocimientos, son instrumentos fundamentales a la hora de la toma de decisiones en la empresa.

Se recomienda el desarrollo de un estudio para las mercancías que no fueron examinadas durante el presente proyecto, esto con el fin de encontrar las mejores condiciones de almacenamiento que permitan hacer un análisis total de los inventarios presentes

en la empresa y así poder ofrecer el mejor valor agregado al cliente mediante la minimización de costos en la bodega de LA EMPRESA.

De igual manera, considerando que la propuesta realizada logró ubicar 80 referencias en el 70,83% de la bodega 1, se recomienda contemplar la implementación de equipos y maquinarias que permitan a los operarios tener acceso a todos los niveles de las estanterías y realizar una recolección de mercancías de mayores proporciones, de esta manera, se aprovecharía en un porcentaje más alto la bodega, se generaría un aumento en la capacidad de almacenamiento disponible y se reducirían tiempos de *picking* que a largo plazo se ven reflejados en costos de mano de obra.

VI.GLOSARIO

- Inventarios: son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un momento dado”, bien sea para la venta ordinaria del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. Constituye el nexo entre la producción y la venta de un producto y representa una inversión considerable para la empresa, lo cual debe ser controlado cuidadosamente por ser el activo corriente de menor liquidez. [11]
- Rotación de inventarios: Expresa el período de permanencia de los materiales en el almacén. [12]
- *Slotting*: La asignación de posiciones de almacenamiento (*slotting*) es una decisión que impacta transversalmente las operaciones de acomodo, almacenamiento y preparación de pedidos. El *slotting* impacta al acomodo porque este determina en qué posiciones de almacenamiento deben ubicarse los productos, considerando factores como las características de los SKU (*Stock Keep Units*), el sistema de almacenaje, entre otros. [25]
- Kardex: Documento administrativo de control, el cual se da como un registro estructurado sobre la existencia de mercancía en un almacén o empresa. Dicho documento se crea a partir de la evaluación del inventario, registrando datos generales del bien o producto, tales como cantidad, valor de medida y precio por unidad, con el fin de clasificarlos posteriormente de acuerdo con las similitudes de sus propiedades. [13]
- *Stakeholders*: Concepto creado en la década de 1980 por el filósofo estadounidense Robert Edward Freeman, stakeholder es cualquier individuo u organización que, de alguna manera, es impactado por las acciones de determinada empresa. En una traducción libre para el español, significa “partes interesadas” [7]
- PMBOK: Es un instrumento desarrollado por el Project Management Institute (o PMI), que establece un criterio de buenas prácticas relacionadas con la gestión, la administración y la dirección de proyectos mediante la implementación de técnicas y herramientas que permiten identificar un conjunto de 47 procesos, distribuidos a su turno en 5 macroprocesos generales. [9]
- Sistema FIFO: sistema que se fundamenta en que el primer artículo que se introduce en el almacén es el primero que también sale del inventario. Esto quiere decir que es el producto más antiguo el que sale primero del almacén. [26].
- Diagrama de Pareto: es un tipo especial de gráfica de columnas donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Con este diagrama es posible identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes. [27]
- Método de las 6 M’S: El método de las 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6 M. [28]

- Racks: Solución de almacenaje mas extendida dadas sus probadas ventajas funcionales. Su concepción permite la rápida localización y el acceso directo e inmediato a cada tarima. Posibilita un riguroso control sobre las referencias almacenadas, toda vez que cada hueco se corresponde con su unidad de carga [29]
- *SKU*: Es cada uno de los elementos de opciones que existen en el mercado para una marca, siendo individualizables y diferenciables del resto del portfolio” La sigla SKU representa “*Single Key Unit*” y tuvo su origen en la conceptualización del *Warehouse Management* o manejo de bodegas o inventarios. Esta necesidad “logística” de identificar cada uno de los elementos dentro de su proceso de Planeación y Bodega llevó a la individualización de cada uno de los productos en venta de una empresa. Esta manera operativa cascadeó hasta el area comercial y se asimiló a sus procesos, es así que hoy en día cada SKU está asociado a un código comercial o EAN 13. La denominación del SKU es la manera en que puede leerse en la carta de ventas de un proveedor o en un ticket de supermercado, la enunciación de cada Ítem [30]
- Ubicación alfanumérica: Para identificar los productos y facilitar los procesos, es importante asignarles referencias o códigos a cada uno de los productos, en el caso de la ubicación alfanumérica se compone por letras y números Los códigos deben ser significativos, es decir guardar relación con el producto y consecutivo. Deben tener un dígito control, este código sirve para evitar errores de tecleo cuando un almacén esta sistematizado. [31]

VII.REFERENCIAS

- [1] Portafolio, "Producción industrial creció en febrero," Portafolio, 16 04 2019.
- [2] Colombia, "Cali, un eje industrial clave para la inversión," [Online]. Available: <https://www.colombia.co/extranjeros/negocios-en-colombia/cali-un-eje-industrial-clave-para-la-inversion/>. [Accessed 20 09 2020].
- [3] DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, "DANE," Metodología Encuesta Anual Manufacturera, no. 53, p. 112, 2009.
- [4] DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, "DANE," 2018. [Online]. Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>. [Accessed 20 09 2020].
- [5] Departamento Nacional de Planeación, "DNP," 2018. [Online]. Available: <https://onl.dnp.gov.co/es/Publicaciones/SiteAssets/Paginas/Forms/AllItems/Informe%20de%20resultados%20Encuesta%20Nacional%20Log%C3%ADstica%202018.pdf>. [Accessed 21 09 2020].
- [6] LA EMPRESA, "Datos del sistema de LA EMPRESA," [Online]. [Accessed 20 09 2020].
- [7] N. M. Y. M. D. Rojas, "Ética en Instituciones de Educación Superior para la Construcción de Relaciones de Confianza con Grupos de Interés (Stakeholders)," 06 2019. [Online]. Available: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n3/0718-0764-infotec-30-03-00269.pdf>. [Accessed 22 09 2020].
- [8] Institución Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, "INVIMA," [Online]. Available: <https://www.invima.gov.co/>. [Accessed 13 09 2020].
- [9] Project Management Institute, "PMBOK Guide and Standards," [Online]. Available: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards>. [Accessed 15 09 2020].
- [10] J. L. M. A. ANGELICA MARIA BERMUDEZ RODRIGUEZ, "Repositorio Universidad EAN," Agosto 2013. [Online]. Available: <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/5825/BermudezAngelica2013.pdf?se>. [Accessed 08 10 2020].
- [11] R. Martín-Andino, "Gestión de Inventarios y compras," 2006.
- [12] Y. Durán, "Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas," Visión gerencial, pp. 55 - 78, 06 2012.
- [13] J. S. L. F. J. S. F. S. M.T.Pereira, "ScienceDirect," in Localization System for Optimization of Picking in a Manual Warehouse, Limerick, Ireland, 2019.
- [14] S. Minner, "Decision models for the design, optimization and management of warehousing and material handling systems," in Int. J. Production Economics, ELSEVIER, 2015, pp. 711- 716.
- [15] Conexionesan, 24 06 2016. [Online]. Available: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/gestion-de-inventarios-y-almacenes/>. [Accessed 21 11 2020].
- [16] S. Flamarique, "Métodos de almacenamiento y gestión de las existencias," in Gestión de operaciones de almacenaje, Marge Books, 2018, pp. 6 - 19.
- [17] J. R.-Q. Z. Meng Wanga, "A dynamic programming approach for storage location assignment planning problem," in 11th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems, Beijing, 2019.
- [18] C. H. G. J. T. B. Patrick Küblera, "A new iterative method for solving the joint dynamic storage location assignment, order batching and picker routing problem in manual picker-to parts warehouses," in Computers & Industrial Engineering, ELSEVIER, 2020.
- [19] G. A. V.R. Muppani (Muppant), "Efficient formation of storage classes for warehouse storage location assignment:A simulated annealing approach," Omega, pp. 609-618, 2007.
- [20] Á. F. Cabrera, "EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO MÉTODOS MULTICRITERIO AHP," Santiago de Cali, 2020.
- [21] R. O. Caicedo, "Comparación a través del picking en tienda de dos alternativas de entrega en un entorno de servicio a domicilio en supermercados. Área temática: logística en ciudad," vol. 17, pp. 575-594, 2016.
- [22] C. J. Vidal, Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios, Cali, 2017.
- [23] C. J. Malmberg and B. Krishnakumar, "A revised proof of optimality for the cube-per-order index rule for stored item location," Applied Mathematical Modelling, vol. 14, pp. 87-95, 1990.
- [24] Las Provincias, "Las Provincias," 24 Abril 2020. [Online]. Available: <https://www.lasprovincias.es/sociedad/tiempo-tarda-recorrer-kilometro-20200424145455-nt.html#:~:text=En%20base%20a%20esta%20media,este%20c%C3%A1lculo%20es%20s%C3%B3lo%20referencial..> [Accessed 17 Junio 2021].
- [25] R. A. GÓMEZ-MONTOYA, J. A. CANO and E. A. CAMPO, "Gestión de la asignación de posiciones (Slotting) eficiente en centros de distribución agroindustriales," 21 01 2018. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/324687130_Gestion_de_la_asignacion_de_posiciones_Sl

- otting eficiente en centros de distribucion agroindustriales. [Accessed 23 09 2020].
- [26] RFL Cargo, "RFL Cargo," 25 Octubre 2020. [Online]. Available: <https://rflcargo.com/sistema-de-almacenaje-fifo-de-que-trata-y-porque-se-debe-escoger/>.
- [27] Minitab19, "Elementos básicos de un diagrama de Pareto," [Online]. Available: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/supporting-topics/pareto-chart-basics/>. [Accessed 15 10 2020].
- [28] H. G. Pulido and R. De la Vara Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, Guadalajara, 2009.
- [29] Grupo MEB, "Estantería, Racks, Sistemas de Almacenamiento," [Online]. Available: <http://www.meb.com.mx/catalogos/Racks/Racks.pdf>. [Accessed 6 Mayo 2021].
- [30] D. J. Siburu, "Análisis y Mejora del Portfolio de SKUs de una Marca".
- [31] Virtual Web, "ALMACENAMIENTO DE MATERIALES," [Online]. Available: http://virtualnet2.umb.edu.co/virtualnet/archivos/open.php/698/mod1/pdf/ModuloUno_AlmaMerca.pdf. [Accessed 18 Mayo 2021]

VIII.ANEXOS

TABLA XVI

ANEXOS

No. Anexo	Nombre	Desarrollo	Tipo de Archivo
1	20201 - Anexo 1. Carta de Solicitud de la empresa LA EMPRESA	Terceros	PDF
2	20201 - Anexo 2. Entrevista a gerente de LA EMPRESA	Propio	Word
3	20201 - Anexo 3. Datos de Inventario de LA EMPRESA	Propio	Excel
4	20201 - Anexo 4. Datos de Ventas de LA EMPRESA	Propio	Excel
5	20201 - Anexo 5. Plan de Recolección de Datos	Propio	Excel
6	20201 - Anexo 6. Explicación Fórmula E Indicadores De Desempeño De La Empresa	Propio	Excel
7	20201 - Anexo 7. Resumen de Literatura	Propio	Excel
8	20201 - Anexo 8. Matriz AHP para selección de alternativas	Propio	Word
9	20201 - Anexo 9. Project	Propio	Project
10	2021-1-Anexo 10. Datos demanda de LA EMPRESA	Propio	Excel
11	2021-1-Anexo 11. Diseño sistema gestión almacenamiento	Propio	Excel
12	2021-1-Anexo 12. Localización de Referencias en el Plano	Propio	PDF
13	2021-1-Anexo 13. Validación de la solución propuesta	Propio	Excel
14	2021-1-Anexo 14. Impacto financiero de la solución propuesta	Propio	Excel
15	2021-1-Anexo 15. Estandarización de la solución propuesta	Propio	Excel