

**Universidad Tecnológica ECOTEC**

**Título del trabajo:**

Diagnóstico, evaluación y propuesta de mejora de la logística de almacenamiento en una empresa de fertilizantes en la provincia del Guayas

**Línea de Investigación:**

Ingenierías, gestión de los procesos productivos y operativos industriales

**Modalidad de titulación:**

Trabajo de integración curricular

**Carrera/programa:**

Ingeniería Industrial

**Título a obtener:**

Ingeniero Industrial

**Autor (a):**

Luis Alfredo Veintimilla Villegas

**Tutor:**

PhD. Pedro José Tobar Espinoza

Samborondón - Ecuador

2024

### **Dedicatoria**

Dedico este proyecto de grado a mi familia y a mis amigos cercanos, quienes me brindaron su apoyo incondicional en todo momento. De manera especial, lo dedico a mi tía Diana, quien me enseñó el verdadero valor del esfuerzo y la perseverancia, y fue una inspiración al inculcarme la pasión por el conocimiento y la fortaleza para seguir adelante.

**Certificado de Revisión Final**

**PROCESO DE TITULACIÓN  
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 16 de Diciembre de 2024

Magíster

**Erika Ascencio**

**Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza**  
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO "DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA LOGÍSTICA DE ALMACENAMIENTO EN UNA EMPRESA DE FERTILIZANTES EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS" fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza al estudiante: VEINTIMILLA VILLEGAS LUIS ALFREDO, para que proceda con la presentación oral del mismo.

**ATENTAMENTE,**



**PEDRO JOSE TOBAR  
ESPINOZA**

**Firma**

**PhD. Pedro José Tobar Espinoza**  
Tutor

## Certificado de Porcentaje de Coincidencias de Plagio



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
magister

### VEINTIMILLA VILLEGAS LUIS ALFREDO

**2%**  
Textos sospechosos



**1%** Similitudes  
< 1% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
**1%** Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: VEINTIMILLA VILLEGAS LUIS ALFREDO.docx  
ID del documento: 1e85d23aa20926e531322b579918e6041b5e1bcc  
Tamaño del documento original: 5,25 MB  
Autores: []

Depositante: DIEGO ANDRES PEÑA ARCOS  
Fecha de depósito: 16/12/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 16/12/2024

Número de palabras: 15.222  
Número de caracteres: 99.049

Ubicación de las similitudes en el documento:



#### Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <b>Documento de otro usuario</b> #67967c El documento proviene de otro grupo	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #007bff;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)

#### Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <b>Documento de otro usuario</b> #000a7c El documento proviene de otro grupo	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #007bff;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
2	 <b>blog.nowports.com</b>   Logística de Transporte: clave para la eficiencia y el éxito de las... <a href="https://blog.nowports.com/es/logistica-de-transporte-clave-para-la-eficiencia-y-el-exito-en-las-em...">https://blog.nowports.com/es/logistica-de-transporte-clave-para-la-eficiencia-y-el-exito-en-las-em...</a>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #007bff;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)

## Resumen

Esta investigación se enfoca en la optimización de la logística de almacenamiento en una empresa de fertilizantes ubicada en la provincia del Guayas. El objetivo principal fue identificar ineficiencias operativas en los procesos logísticos de la bodega de producto terminado, con el fin de proponer mejoras basadas en herramientas científicas y prácticas. A través de un enfoque metodológico que incluyó el diagnóstico del estado actual, la segmentación ABC, la simulación de procesos y el rediseño del *Lay-Out* de la bodega, se implementaron cambios significativos. Los resultados mostraron una reducción del 46.23% en los tiempos de traslado de los operarios y un incremento del 48.79% en la cantidad de pedidos completados por día. Estas mejoras fueron el resultado de una disposición más eficiente de los productos y un rediseño fundamentado en datos. Finalmente, se identificó la necesidad de actualizar periódicamente la clasificación ABC para adaptarse a los cambios en la demanda, garantizando así la sostenibilidad operativa. En conclusión, la investigación resalta la relevancia de la simulación como herramienta clave para la toma de decisiones estratégicas, ofreciendo un modelo replicable que puede beneficiar a diversos sectores industriales en la optimización de la gestión de almacenes.

**Palabras clave:** Logística de almacenamiento, simulación, optimización de procesos, clasificación ABC, distribución de almacén, producto terminado.

### Abstract

This research focuses on optimizing storage logistics in a fertilizer company located in the province of Guayas. The main objective was to identify operational inefficiencies in the logistics processes of the finished goods warehouse to propose improvements based on scientific and practical tools. Through a methodological approach that included diagnosing the current state, ABC segmentation, process simulation, and redesigning the warehouse layout, significant changes were implemented. The results showed a 46.23% reduction in operator travel times and a 48.79% increase in the number of orders completed per day. These improvements were the result of a more efficient arrangement of products and a data-driven redesign. Finally, the need to periodically update the ABC classification to adapt to changes in demand was identified, ensuring operational sustainability. In conclusion, the research highlights the relevance of simulation as a key tool for strategic decision-making, offering a replicable model that can benefit various industrial sectors in optimizing warehouse management.

**Keywords:** Storage logistics, simulation, process optimization, ABC classification, warehouse distribution, finished products.

## Índice

Dedicatoria.....	2
Certificado de Revisión Final.....	3
Certificado de Porcentaje de Coincidencias de Plagio.....	4
Resumen .....	5
Abstract.....	6
Índice.....	7
Capítulo 1: Introducción .....	9
1.1.    Antecedentes.....	10
1.2.    Planteamiento del Problema.....	13
1.3.    Pregunta de Investigación .....	15
1.4.    Objetivos.....	15
1.4.1.    Objetivos Generales .....	15
1.4.2.    Objetivos Específicos .....	15
1.5.    Justificación .....	15
Capítulo 2: Marco Teórico.....	17
2.1.    Marco Fundamental .....	17
2.1.1.    Definición de un Almacén .....	17
2.1.2.    Gestión de un Almacén.....	19
2.1.3.    Importancia del Almacenamiento .....	20
2.1.4.    Proceso de Gestión de Almacén.....	21
2.1.5.    Buenas Prácticas en un Almacén.....	29
2.1.6.    Procesos.....	29
2.1.7.    Procedimientos.....	31
2.1.8.    Simulación.....	32
2.2.    Marco Conceptual .....	34
Capítulo 3: Metodología del Proceso de Investigación.....	36
3.1.    Enfoque de Investigación .....	36
3.2.    Alcance de Investigación .....	36
3.3.    Delimitaciones de Investigación.....	36
3.4.    Población y Muestra.....	37
3.5.    Proceso de Recopilación de Datos .....	38
3.5.1.    Fuentes de Datos.....	38
3.5.2.    Instrumentos de Recopilación.....	39

3.6.	Análisis del Estado Actual .....	40
3.6.1.	<i>Proceso</i> .....	40
3.6.2.	<i>Lay-Out</i> .....	41
3.6.3.	<i>Dimensiones y Cubicación del Producto Terminado</i> .....	43
3.6.4.	<i>Portafolio de Ventas e Históricos</i> .....	44
3.6.1.	<i>Gestión del Personal en el Lay-Out</i> .....	47
3.6.2.	<i>Datos de Operación</i> .....	48
3.6.3.	<i>Distribución para Tiempos de Preparación de Pedidos</i> .....	50
3.7.	Identificación del Cuello de Botella .....	53
3.8.	Propuesta de Mejora .....	54
3.8.1.	<i>Clasificación ABC</i> .....	54
3.8.2.	<i>Rediseño del Lay-Out</i> .....	56
3.8.3.	<i>Construcción del Modelo</i> .....	58
3.8.4.	<i>Conexiones del Sistema</i> .....	60
3.8.5.	<i>Configuración del Sistema</i> .....	61
3.8.6.	<i>Ejecución de la Simulación</i> .....	71
Capítulo 4:	Análisis de Resultados de la Investigación .....	72
4.1.	Resultados de los Tiempos de Traslados .....	74
4.1.1.	<i>Análisis de los Recibidores</i> .....	74
4.1.2.	<i>Análisis de los Bodegueros</i> .....	75
4.1.1.	<i>Análisis General de los Tiempos</i> .....	75
4.2.	Resultados de los Pedidos Completados.....	76
4.2.1.	<i>Análisis de los Preparadores</i> .....	76
Capítulo 5:	Conclusiones.....	78
Capítulo 6:	Recomendaciones.....	79
Referencias y Bibliografía	.....	81



## Capítulo 1: Introducción

En la actualidad, la logística de almacenamiento constituye un pilar fundamental para garantizar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. La empresa de fertilizantes ubicada en la provincia del Guayas enfrenta un desafío crucial: la distribución ineficiente en su bodega de producto terminado. Este problema se refleja en la ausencia de un sistema organizado para la ubicación de los productos, lo que genera retrasos en la preparación de pedidos, desorden en el inventario y errores en el manejo de productos. Como resultado, se afecta tanto la gestión interna como la operatividad diaria, repercutiendo negativamente en la calidad del servicio, ocasionando demoras y potenciales pérdidas económicas.

El presente estudio se centra en una evaluación integral de la disposición física de la bodega, los procesos operativos y el flujo de productos dentro de la empresa. A partir de este análisis, se plantearán soluciones prácticas orientadas a optimizar las prácticas logísticas mediante la implementación de tecnología avanzada. Estas propuestas buscan reestructurar el espacio de almacenamiento, mejorar el uso de los recursos disponibles y fortalecer la capacidad de respuesta de la empresa.

Para alcanzar estos objetivos, se realizará un diagnóstico detallado de la situación actual del almacén, identificando las principales áreas de oportunidad. Este diagnóstico permitirá diseñar alternativas que prioricen la eficiencia en los procesos de almacenamiento y distribución, eliminando tiempos muertos y garantizando altos estándares de calidad en la operación. Con ello, se aspira a optimizar el desempeño general de la empresa, consolidando un servicio más competitivo y efectivo (Hurtado & Alexander, 2023).

### 1.1. Antecedentes

La investigación "Mejora del sistema de gestión del almacén de suministros de una empresa productora de gases de uso medicinal e industrial" de Huguet Fernández et al (2016), cuyo propósito fue resolver los problemas que afectaban la gestión del almacén de suministros y analizar cómo estos impactan en los costos de producción. La metodología utilizada fue de carácter no experimental y descriptivo, tomando como unidad de análisis el almacén de suministros de la empresa. Como instrumento de recolección de datos se emplearon entrevistas a todos los trabajadores del área de almacén. Los resultados indicaron que el 75% de las actividades y funciones del área no se cumplían adecuadamente, por lo que se propuso implementar los métodos ABC y Pareto para reducir los tiempos en los recorridos, en la preparación y despacho de pedidos.

En el estudio de Cajamarca Mero & Mendoza Zambrano (2017) titulada "Propuesta de un Sistema de Gestión de Inventarios en la empresa APRACOM S.A.", se planteó como objetivo principal la creación de un método para optimizar la gestión de inventarios en dicha empresa. La metodología aplicada combinó enfoques cualitativos y cuantitativos, con un diseño no experimental y un carácter descriptivo. La muestra incluyó 98 productos del portafolio de ventas, y la recopilación de datos se realizó a través del análisis documental. Los autores concluyeron que, para mejorar la situación actual de la empresa, es necesario implementar el método de clasificación ABC, así como documentar una política de inventario que permita responder y anticiparse a las variaciones de la demanda. Adicionalmente, recomendaron establecer niveles máximos, mínimos y puntos de reorden para garantizar información precisa sobre los requerimientos de compra con el fin de mantener un stock de seguridad adecuado durante el periodo de abastecimiento.

Los resultados de Ziyadin et al, (2020) en su investigación "*Differentiation of logistics services on the basis ABC analysis*", tuvo como objetivo principal proponer una metodología para clasificar los servicios logísticos a fin de optimizar su impacto en los costos de

producción. La metodología empleada incluyó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental y de carácter descriptivo. El estudio se aplicó a la empresa JSC Russian Railways Logistics, y los datos fueron recopilados a través de herramientas estándar como Microsoft Excel, donde se calcularon costos y se clasificaron los servicios en tres categorías (A, B y C) según su relevancia económica. Los autores concluyeron que la implementación del análisis ABC permite una clasificación efectiva de los servicios logísticos, facilitando la toma de decisiones estratégicas sobre la externalización de procesos no esenciales y la inversión en tecnologías innovadoras. Además, recomendaron concentrar los recursos en los servicios que agregan mayor valor a la cadena de suministro y reducir los costos operativos mediante la estandarización y segmentación de los servicios ofrecidos.

El trabajo de investigación *“Proposed Model for Inventory Review Policy through ABC Analysis in an Automotive Manufacturing Industry”* de Nallusamy et al, (2017) cuyo objetivo fue la optimización de la gestión de inventarios en una empresa manufacturera mediante la implementación de un análisis ABC y la aplicación de una política de revisión periódica. La metodología aplicada fue de carácter descriptivo, combinando el análisis cualitativo y cuantitativo de los datos obtenidos de una empresa fabricante de tambores de freno. La muestra incluyó 180 artículos utilizados en la fabricación de tres modelos distintos de tambores de freno. Los datos fueron recopilados a través del análisis de documentos clave, como la lista de materiales, el costo estándar de los insumos, las demandas de los clientes, y las estadísticas de pedidos. Con esta información, se llevó a cabo una clasificación ABC para segmentar los artículos según su valor de consumo anual, lo que permitió a la empresa enfocar sus esfuerzos en aquellos productos de mayor valor y relevancia, considerados clase A, mientras que los artículos de menor impacto fueron manejados con un control más flexible considerados clases B y C. El estudio concluyó que, para mejorar la gestión de inventarios, es necesario implementar un sistema de revisión periódica que evalúe los niveles de stock en intervalos regulares y permita realizar pedidos basados en la demanda real y los tiempos de entrega de los proveedores.

El estudio denominado *"Improving Warehouse Layout Design of a Chicken Slaughterhouse using Combined ABC Class Based and Optimized Allocation Techniques"* de Tippayawong et al, (2013), cuyo propósito fue mejorar la eficiencia del sistema de almacenamiento mediante la implementación de un rediseño del *"Lay-Out"* basado en la técnica de clasificación ABC y la aplicación de programación lineal. La metodología empleada adoptó un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y de carácter descriptivo, enfocándose en la evaluación de las operaciones actuales de almacenamiento y la clasificación del inventario en tres categorías (A, B y C) en función de la rotación de los productos. La muestra comprendió 24 productos refrigerados, y los datos fueron obtenidos a partir de los pedidos históricos de los cuatro principales clientes de la empresa durante un periodo de 12 meses. Los resultados de la investigación indicaron que el rediseño propuesto del almacén, en conjunto con la optimización de la ubicación de los productos mediante programación lineal, permitiría una reducción significativa en los tiempos de búsqueda y la distancia recorrida dentro del almacén, logrando disminuir el tiempo de recolección en un 42% y aumentar la eficiencia en la utilización del espacio en un 45%.

El estudio de Ribino et al, (2018) titulado *"Agent-based simulation study for improving logistic warehouse performance"* tuvo como objetivo optimizar el rendimiento de los almacenes logísticos automáticos mediante la implementación de simulaciones basadas en agentes. La metodología adoptada es de carácter cuantitativo, utilizando un diseño experimental que evalúa el comportamiento del sistema bajo diferentes configuraciones de layout, tamaño de flota de vehículos guiados automáticos (AGVs) y estrategias de gestión. Se realizaron más de 3000 simulaciones para analizar el impacto de estas variables en la productividad del almacén. Los resultados revelaron que la optimización de las misiones de los AGVs y la asignación eficiente de plataformas de acoplamiento a los camiones entrantes pueden mejorar significativamente la eficiencia operativa, logrando un aumento en la productividad del almacén y una reducción en los tiempos de descarga. Este enfoque

proporciona valiosas indicaciones para la toma de decisiones en la gestión de operaciones logísticas.

El estudio titulado "*Simulation and Optimization of Warehouse Operation Based on FlexSim*" de Huihui et al, (2016), tuvo como objetivo mejorar la eficiencia del sistema de operaciones de un centro logístico mediante la aplicación de la simulación con el software FlexSim. La metodología utilizada fue de carácter cuantitativo, con un diseño no experimental y descriptivo, centrado en la identificación de cuellos de botella en el proceso de almacenamiento a través del análisis de datos de simulación. Se evaluaron las operaciones actuales y se observaron problemas como el alto tiempo de inactividad de los procesadores y la baja utilización del inventario. Los resultados mostraron que, al implementar ajustes en las tasas de reabastecimiento y mejorar la coordinación entre equipos, se logró reducir el tiempo de inactividad promedio de los procesadores del 50% al 23% y aumentar el nivel promedio de inventario, optimizando así la eficiencia operativa del sistema logístico.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

La empresa de fertilizantes ubicada en la provincia del Guayas enfrenta desafíos críticos en su logística de almacenamiento. La falta de un sistema estructurado para la ubicación de los productos ha afectado la gestión interna de la organización, incrementando los tiempos operativos por demoras y reprocesos. Esta situación ha impactado negativamente la calidad del servicio ofrecido a los clientes, la cual podría generar riesgos de pérdidas económicas y una disminución en su satisfacción.

En el área de almacenamiento se enfrentan problemas recurrentes que afectan tanto la eficiencia operativa como la calidad del servicio. Entre los más significativos destaca la ausencia de un sistema oficial y estandarizado para la ubicación de los productos terminados, lo que genera confusión y dificulta su localización precisa en el almacén. Este desorden estructural incrementa los tiempos de preparación de pedidos, ya que los operarios deben dedicar más tiempo del necesario para encontrar los productos requeridos, a menudo

recorriendo distancias innecesariamente largas, lo que reduce significativamente la productividad.

Adicionalmente, la omisión de los procedimientos oficiales establecidos genera inconsistencias operativas y aumenta la probabilidad de errores. Por último, la falta de mecanismos adecuados para garantizar la trazabilidad de los productos dentro del almacén provoca incertidumbre respecto a su origen, movimiento y estado, impactando negativamente en la gestión integral del inventario.

Un almacén está organizado cuando los productos son fáciles de encontrar, y para alcanzar este resultado es necesario realizar un profundo diagnóstico y planificación de los procesos que se llevan a cabo (Ávila & González, 2017). El análisis ABC y el análisis XYZ son dos técnicas complementarias utilizadas en la gestión de inventarios, cada una con un enfoque diferente. El objetivo principal del análisis ABC es clasificar los artículos en función de su valor o importancia durante un periodo de tiempo, debido a que se centra en identificar cuáles son los artículos más importantes para la organización basándose en el costo o la rotación del producto, permitiendo un control más estricto sobre los artículos de mayor valor, que se agrupan en la categoría (Pandya & Thakkar, 2016).

Por otro lado, el análisis XYZ se enfoca en la variabilidad de la demanda de los artículos, clasificándolos según la estabilidad de su demanda. Esto ayuda a gestionar mejor los niveles de inventario en función de la previsibilidad de la demanda. El análisis ABC se centra en la gestión de costos, permitiendo a las organizaciones priorizar el control y la atención sobre los artículos más costosos, lo que ayuda a optimizar el capital invertido en inventarios. Por su parte, el análisis XYZ se enfoca en la gestión de la demanda, permitiendo a las organizaciones adaptarse a las fluctuaciones en la demanda de productos, lo cual es crucial para evitar “*Over-Stock*” o “*Out-Of-Stock*” (Pandya & Thakkar, 2016).

Partiendo de ahí, se propone desarrollar un nuevo “*Lay-Out*” partiendo de la técnica gestión ABC que permita una mejor organización de los productos priorizando los de mayor

rotación, y optimice el flujo de distribución interno, lo cual influirá directamente en la reducción de los tiempos operativos internos (Montoya Gutiérrez & Paredes Montero, 2023).

### **1.3. Pregunta de Investigación**

¿Cómo pueden el diagnóstico y la evaluación de la logística de almacenamiento optimizar la distribución física de los productos, reducir los tiempos operativos y mejorar la eficiencia de los procesos logísticos?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivos Generales**

Realizar un diagnóstico, evaluación y propuesta de mejoras de la logística de almacenamiento en una empresa de fertilizantes en la provincia del Guayas con el fin de optimizar la eficiencia operativa y mejorar la gestión de los inventarios.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Diagnosticar el estado actual de la logística de almacenamiento.
- ✓ Evaluar el desempeño de la disposición física y la ubicación de productos.
- ✓ Proponer una reorganización eficiente para optimizar la logística de almacenamiento.

### **1.5. Justificación**

Desde una perspectiva teórica, la presente investigación busca ampliar el conocimiento sobre la gestión de inventarios y la logística de almacenamiento, al aplicar herramientas como el análisis ABC y el rediseño del "Lay-Out" en una empresa de fertilizantes. Este estudio ofrece un enfoque particular a la industria agrícola, contribuyendo al desarrollo de un cuerpo de conocimiento que puede ser replicado en otros sectores con características similares.

Metodológicamente, la investigación aportará al desarrollo y aplicación de técnicas para el diagnóstico y mejora de la logística de almacenamiento. La implementación de un nuevo "*Lay-Out*" y la evaluación de la disposición física del almacén servirán como un caso de estudio para futuros trabajos en el campo de la Ingeniería Industrial. Además, se evaluarán herramientas, como el uso de tecnologías para la gestión de inventarios y la optimización del flujo de materiales.

El proyecto en la práctica aborda un problema concreto que afecta directamente la operatividad de la empresa y la calidad del servicio ofrecido a los clientes. La reorganización eficiente del espacio de almacenamiento, junto con la optimización de los procesos de preparación y distribución de pedidos, buscará reducir tiempos operativos y disminuirá la probabilidad de errores, lo cual se traducirá en mejoras sustanciales en la eficiencia y en la satisfacción del cliente. Esto no solo beneficiará a la empresa al reducir costos y mejorar su competitividad, sino que también puede servir como un referente para otras empresas en la región que enfrenten desafíos similares en su gestión logística.



## Capítulo 2: Marco Teórico

La logística de almacenamiento es crucial en la cadena de suministro, ya que su gestión adecuada mejora la competitividad de las empresas. Implica planificar y controlar la recepción, almacenamiento y distribución de productos, asegurando su disponibilidad en el momento y lugar adecuados, en óptimas condiciones.

La presente investigación resalta la importancia de estandarizar procesos y procedimientos en la gestión de almacenes, como la recepción de productos, para asegurar consistencia y eficiencia. También destaca las buenas prácticas que optimizan el uso del espacio y reducen costos, especialmente relevantes en la industria de fertilizantes.

La segmentación ABC es fundamental para clasificar productos según su relevancia económica y demanda, permitiendo priorizar la gestión de inventarios. Esta herramienta facilita la organización del almacén, optimizando el flujo de materiales y mejorando la eficiencia operativa. En el sector de fertilizantes, su correcta aplicación contribuye a una mejor disposición de los productos, lo que facilita su localización y asegura una distribución interna más eficiente.

### 2.1. Marco Fundamental

#### 2.1.1. *Definición de un Almacén*

Un almacén se define como una instalación estratégica de vital importancia, cuyo papel fundamental es actuar como intermediario entre los diferentes eslabones que la componen. Su principal función es almacenar productos, gestionar de manera eficiente los flujos de mercancías, facilitando así la distribución adecuada y oportuna de bienes hacia su destino final (Faber et al., 2013).

Este concepto es fundamental, ya que el almacén no solo actúa como un punto de almacenamiento, sino que también es un eslabón crítico en la cadena de suministro. En el caso de la industria de fertilizantes, un almacén bien diseñado asegura que los productos

estén disponibles para la producción y la venta en el momento adecuado, minimizando los tiempos de espera y garantizando la continuidad del flujo de trabajo. Por lo tanto, entender qué es un almacén y su papel en la logística permite identificar las necesidades específicas de espacio y gestión que una empresa debe considerar para operar de manera efectiva.

El almacén no solo contribuye a la acumulación temporal de inventarios, sino que también cumple con funciones esenciales como la consolidación de pedidos, la preparación y acondicionamiento de productos para su posterior distribución, y la optimización de los procesos de entrega, reduciendo así tiempos de espera y costos logísticos. Además, estas instalaciones permiten una mejor planificación en la gestión de inventarios, al asegurar la disponibilidad de productos según las demandas del mercado. De este modo, como se muestra en la Figura 1, los almacenes juegan un rol crítico en garantizar la continuidad operativa de las empresas y en mejorar la capacidad de respuesta ante fluctuaciones de la demanda, consolidando su importancia dentro de la cadena logística (Faber et al., 2013).

### **Figura 1**

#### *Almacén*



*Nota.* Representación visual de un almacén. Fuente: Libro “Logística en la empresa” de (Castán Farrero et al., 2012).

### **2.1.2. Gestión de un Almacén**

La gestión de un almacén constituye un proceso integral que abarca una serie de decisiones estratégicas y operativas orientadas a la coordinación eficiente de todas las actividades relacionadas con el almacenamiento y manejo de productos. Entre las funciones clave de la gestión se encuentran la planificación y control de los flujos de entrada y salida de productos, la asignación óptima de ubicaciones dentro del almacén, la preparación precisa de pedidos y la ejecución de actividades logísticas de valor agregado que puedan incrementar el valor del producto o del servicio ofrecido (Faber et al., 2013).

Una administración eficaz del almacén no solo se traduce en una optimización del espacio y los recursos disponibles, sino que también tiene un impacto directo en el nivel de servicio al cliente, asegurando la disponibilidad de los productos en el momento oportuno y mejorando la capacidad de respuesta ante la demanda. En este sentido, la adecuada gestión de inventarios, la minimización de tiempos de espera y la correcta disposición de mercancías son fundamentales para alcanzar altos estándares de desempeño logístico (Faber et al., 2013).

La correcta gestión del almacén garantiza que los productos se mantengan en condiciones óptimas y que los tiempos de respuesta a los pedidos se minimicen. Así, se establece una relación directa entre la gestión del almacén y la efectividad operativa de la empresa, donde cada decisión tomada en este ámbito puede influir en el rendimiento general del negocio.

La creciente complejidad de las operaciones logísticas, en conjunto con las dinámicas cambiantes del mercado, exige que las estrategias de gestión del almacén se ajusten a las características particulares de cada tipo de operación, ya sea un almacén de producción, distribución, o de almacenamiento temporal. Este enfoque personalizado permite maximizar la eficiencia operativa, minimizar costos y satisfacer de manera efectiva las

fluctuaciones de la demanda, contribuyendo así a la competitividad global de las empresas dentro de su cadena de suministro (Faber et al., 2013).

### **2.1.3. Importancia del Almacenamiento**

El almacenamiento es un componente crucial de la logística, ya que influye en la capacidad de una empresa para satisfacer la demanda del mercado. En la industria de fertilizantes, el almacenamiento eficiente permite no solo conservar la calidad de los productos, sino también optimizar el uso del espacio y los recursos disponibles. Una gestión inadecuada del almacenamiento puede llevar a problemas como el “*Over-Stock*” o el “*Out-Of-Stock*”, afectando la operación y, en última instancia, la rentabilidad de la empresa. Por lo tanto, entender la importancia del almacenamiento es fundamental para desarrollar estrategias que mejoren la eficiencia y la efectividad de las operaciones logísticas.

La maximización del uso del espacio disponible es un aspecto crucial en la gestión de almacenamiento, dado que el área destinada a esta función representa un costo significativo para las empresas. Por lo tanto, es imperativo implementar diversas metodologías de almacenaje que optimicen el uso del espacio, lo que no solo contribuye a reducir los costos asociados, sino que también mejora la eficiencia operativa general (Castán Farrero et al., 2012).

La minimización de las operaciones relacionadas con el manejo de productos se refiere al tiempo invertido en la manipulación de materiales o equipos, considerado como un costo relevante para la organización. Un mayor tiempo de manipulación implica un aumento en el impacto económico para la empresa. Por lo tanto, la implementación de estrategias que reduzcan estos tiempos de operación se traduce en un ahorro sustancial en costos (Castán Farrero et al., 2012).

El fácil acceso a los productos almacenados es esencial, ya que contribuye significativamente a la disminución de las operaciones en áreas como la manipulación, el transporte interno, el “*Picking*” y el control de inventario. Un sistema de almacenamiento que

facilite el acceso a los productos no solo optimiza los tiempos de operación, sino que también mejora la precisión en la gestión de inventarios y la satisfacción del cliente (Castán Farrero et al., 2012).

La adaptabilidad del espacio de almacenamiento se refiere a la capacidad de ajustar, modificar o adaptar un área física en función de las necesidades y cambios que puedan surgir. Aprovechar adecuadamente el espacio y los recursos disponibles permite a las empresas responder de manera más efectiva a las fluctuaciones en la demanda y optimizar su funcionamiento. Finalmente, el ahorro en la gestión operativa se logra a través de un diseño de distribución que se alinea con los requisitos específicos y optimiza las operaciones realizadas en el almacén. Un diseño bien estructurado no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce costos y contribuye a un flujo de trabajo más ágil y efectivo (Castán Farrero et al., 2012).

#### **2.1.4. Proceso de Gestión de Almacén**

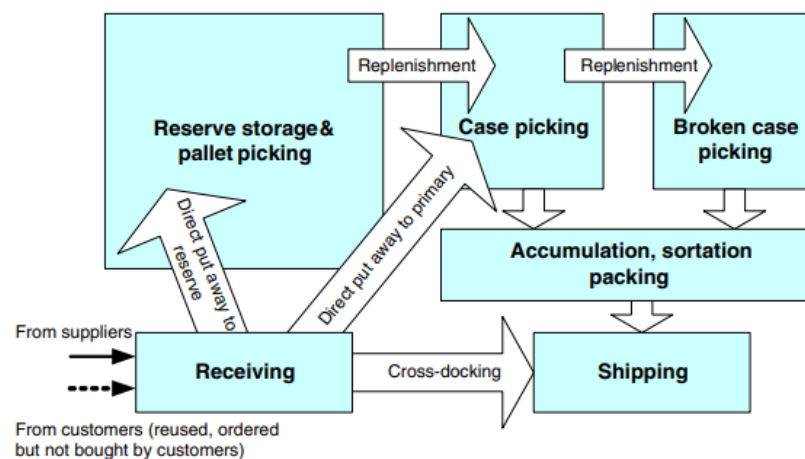
El proceso de gestión de un almacén abarca todas las actividades necesarias para mantener el flujo de productos de manera eficiente. Este proceso es fundamental para asegurar que los productos lleguen a su destino final en las condiciones adecuadas y en el momento correcto. En la industria de fertilizantes, esto se traduce en la necesidad de gestionar no solo el espacio físico del almacén, sino también los inventarios y la logística de distribución. Cada etapa del proceso, desde la recepción hasta la entrega, debe ser cuidadosamente planificada y ejecutada para garantizar que se cumplan los estándares de calidad y eficiencia requeridos en el sector.

Los procesos de gestión de almacenes son esenciales para el funcionamiento eficaz de las operaciones logísticas. Como se observa en la Figura 2, estas abarcan actividades clave como la gestión de inventarios y de pedidos, que incluyen, la recepción y almacenamiento de productos, así como la preparación y envío de pedidos a los clientes. La recolección de pedidos, una de las operaciones más intensivas, requiere una asignación

cuidadosa de recursos y balanceo de carga para optimizar la eficiencia. También se manejan devoluciones y reclamaciones para asegurar la satisfacción del cliente. En conjunto, estas actividades garantizan un servicio de alta calidad y un rendimiento logístico efectivo, destacando la importancia de la innovación y la adaptabilidad en un entorno competitivo (Goksoy et al., 2013).

**Figura 2**

*Procesos dentro de un almacén*



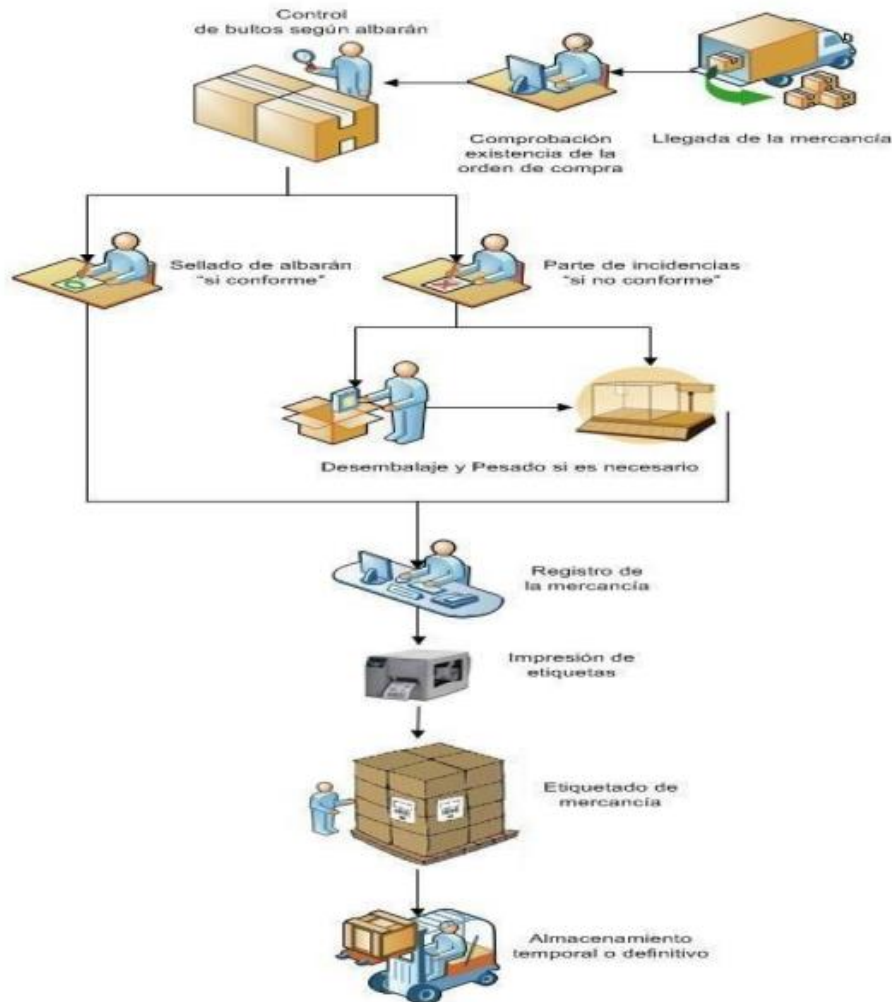
*Nota.* La imagen representa los procesos internos dentro de un almacén. Fuente: Artículo “*Design and control of warehouse order picking: A literature review*” (De Koster et al., 2007).

#### **2.1.4.1. Recepción.**

La recepción es el proceso inicial que se lleva a cabo en el área de almacén de una empresa. Este proceso implica planificar la llegada, descarga y verificación del estado de la mercancía enviada por diversos proveedores, proveniente de procesos productivos de la fábrica, transferencias de otras sedes, o de devoluciones y cambios solicitados (Anaya Tejero, 2015). Como se mostrará en la Figura 3, el proceso de recepción cuenta con una serie de etapas para lograr una recepción eficaz.

**Figura 3**

*Procesos internos en la recepción de productos*



*Nota.* La imagen el subproceso del proceso de recepción de mercancías. Fuente: Libro "Logística Integral" de (Anaya Tejero, 2015).

Una recepción eficiente asegura que los productos estén disponibles para su almacenamiento y distribución inmediata, minimizando el tiempo de espera y evitando problemas de inventario. Al establecer procedimientos claros y estandarizados para la recepción, se puede aumentar la efectividad operativa del almacén y contribuir a una gestión logística más fluida.

#### **2.1.4.2. Almacenamiento.**

El almacenamiento se refiere a los procesos destinados a la ubicación, protección y control de las mercancías que han sido recibidas en el almacén. Este proceso asegura que los productos sean organizados de manera eficiente y mantenidos en condiciones adecuadas, facilitando su disponibilidad para futuras operaciones como la distribución, el reabastecimiento o el envío a clientes. Además, el almacenamiento contribuye a la optimización del espacio y garantiza una correcta gestión del inventario (Kumawat et al., 2021).

El área destinada al almacenamiento se concibe como un espacio físico dedicado a alojar productos, el cual incluye no solo las estanterías o racks donde se organizan los artículos, sino también los diversos medios y sistemas utilizados para su adecuada disposición y manejo. Este espacio debe estar diseñado de manera eficiente para optimizar la capacidad de almacenamiento, facilitando el acceso y la gestión de los inventarios, y garantizando que los productos se mantengan en condiciones adecuadas hasta su futura distribución o uso (Anaya Tejero, 2015).

El almacén de una empresa brinda los siguientes servicios:

- Asegurar la disponibilidad del producto cuando sea necesario.
- Preservar la calidad de los productos almacenados, minimizando las pérdidas y asegurando su conservación en condiciones óptimas.
- Garantizar entregas precisas y libres de errores.
- Proveer un soporte confiable, lo que implica disponer de información exacta sobre los inventarios, los métodos de almacenamiento y las ventanas de tiempo disponibles.
- Ofrecer servicios adicionales, como el tipo de empaque y embalaje, control de calidad, entre otros.



- Gestionar diferentes tipos de inventarios según el manejo requerido y las características específicas de los productos almacenados (Gutiérrez, 2014).

La organización del espacio de almacenamiento, incluyendo el uso eficiente del “*Lay-Out*”, facilita el acceso a los productos y mejora la rapidez de respuesta ante los pedidos. Además, una gestión adecuada del almacenamiento contribuye a reducir costos, optimizando el uso de espacio y recursos disponibles.

#### **2.1.4.3. Distribución del almacén.**

La distribución del almacén es el proceso de mover productos desde el almacén hacia su destino final, ya sea para la venta o para su uso en la producción. Este proceso es esencial, ya que la rapidez y eficiencia en la distribución impactan directamente en la satisfacción del cliente y en la competitividad de la empresa. En el contexto de una empresa de fertilizantes, garantizar una distribución efectiva significa que los productos deben ser entregados a los clientes en el momento oportuno y en las condiciones adecuadas. Establecer un sistema de distribución eficiente no solo mejora la experiencia del cliente, sino que también optimiza la gestión del inventario y minimiza los costos operativos.

La forma en que se organiza la distribución de los productos en un área determinada del almacén depende de la optimización de los recursos disponibles y de las particularidades de cada producto. Este enfoque busca reducir los costos asociados tanto al almacenamiento como a la manipulación de los productos, al mismo tiempo que simplifica la gestión del inventario. Como se observara en la Figura 4, la distribución de zonas de un almacén contribuye a minimizar el tiempo necesario para localizar los productos, lo que mejora la eficiencia operativa, y permite que las mercancías se ubiquen de acuerdo con el tipo de rotación, asegurando un acceso más ágil y ordenado según la frecuencia con la que se utilizan o despachan (De Koster et al., 2007).

**Figura 4**

*Distribución de zonas en un almacén*



*Nota.* La imagen muestra la importancia de clasificar el almacén en zona. Fuente: Libro “Gestión de stocks en la logística de almacenes” de (Gutiérrez, 2014).

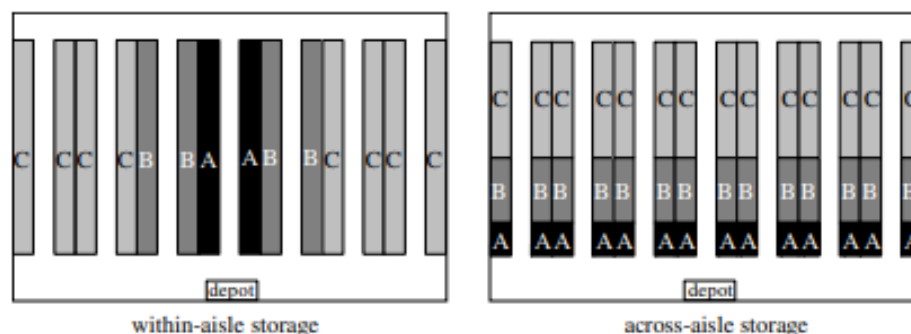
#### **2.1.4.4. Segmentación ABC en un Almacén.**

El análisis ABC es una metodología de clasificación que divide los productos en tres categorías: A, B y C, con el propósito de gestionar de manera más efectiva los inventarios. Los artículos de categoría A son aquellos que poseen un alto valor; representan aproximadamente el 20% de la cantidad total de productos, pero constituyen alrededor del 80% del valor total del inventario. Por otro lado, la categoría B incluye productos de valor medio, que tienen una importancia intermedia en términos de costos y ventas. Finalmente, la categoría C abarca los artículos de bajo valor, que, aunque constituyen cerca del 50% de la cantidad total de productos, solo representan aproximadamente el 5% del valor total del inventario (Indrasen et al., 2018).

Este método es altamente efectivo para organizar las mercancías en función de su volumen de ventas o la rotación que experimentan durante un periodo específico. Al implementar esta estrategia, se logra reducir tanto los desplazamientos necesarios para acceder a los productos como los costos asociados al almacenamiento. Por lo tanto, es fundamental considerar las características individuales de cada mercancía al aplicar este sistema de clasificación. Esto se realiza mediante la identificación de los índices de rotación, lo que permite categorizar las mercancías desde aquellas con mayor rotación hasta las de menor rotación. Como se mostrara en la Figura 5, ordenar una bodega según la clasificación ABC, se optimiza el espacio en el almacén y se mejora la eficiencia operativa, facilitando un acceso más rápido a los productos que se mueven con mayor frecuencia y asegurando una gestión más eficaz del inventario (Castán Farrero et al., 2012).

**Figura 5**

*Ejemplo de orden de un almacén según la técnica ABC*



*Nota.* En la figura se puede observar las distintas formas de clasificar un sistema de almacenamiento con clasificación ABC. Fuente: Artículo *“Design and control of warehouse order picking: A literature review”* de (De Koster et al., 2007).

En el caso de una empresa de fertilizantes, aplicar esta metodología ayuda a identificar cuáles productos requieren un manejo más detallado y cuáles pueden ser gestionados con un enfoque menos riguroso. Este enfoque permite optimizar los recursos y esfuerzos en el almacenamiento y la gestión de inventarios, asegurando que los productos

más críticos tengan la atención adecuada, mientras que aquellos de menor importancia pueden recibir un manejo más flexible. Implementar la segmentación ABC no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a una gestión más estratégica de los recursos de la empresa.

#### **2.1.4.5. Distribución.**

Este procedimiento implica la extracción de mercancías del almacén, ya sea en respuesta a los pedidos de los clientes, a las órdenes de fabricación o a las solicitudes de transferencia entre diferentes almacenes (Shyshkin et al., 2020).

El proceso inicia con procesamiento de pedidos que implica gestionar y registrar las necesidades del cliente dentro de la organización, lo que permite llevar a cabo las actividades necesarias para la producción. Por otro lado, el control de inventarios se refiere a la supervisión de los movimientos de entrada y salida de mercancías, asegurando así un registro preciso del flujo de producción o ventas. Finalmente, el transporte se encarga de trasladar los productos, ya sea para fines de producción, venta o entrega final al cliente (Shyshkin et al., 2020).

la distribución se convierte en un elemento fundamental para garantizar que los productos lleguen a su destino de manera oportuna y eficiente. En el caso específico de una empresa de fertilizantes, la correcta distribución de los productos no solo impacta en la satisfacción del cliente, sino también en la continuidad de la cadena de suministro y la eficiencia general de las operaciones. Este apartado permite comprender cómo la gestión adecuada de la distribución, desde la salida de mercancías del almacén hasta su entrega final, puede reducir tiempos y costos, a la vez que optimiza los recursos disponibles en la empresa. Al integrar estas prácticas, se busca mejorar la eficiencia operativa, garantizando que cada producto llegue en el tiempo y forma adecuado, lo que es crucial en un sector donde los tiempos de respuesta son un factor determinante.

### **2.1.5. Buenas Prácticas en un Almacén**

Para lograr una gestión eficiente del almacén, es fundamental considerar varios aspectos clave. Para ello se comienza determinando el tipo de almacén que debe tener la compañía, así como el perfil de actividades que se desarrollan en él. Esto implica definir las distintas operaciones que se llevarán a cabo en el almacén o centro de distribución y establecer criterios para medir la efectividad de su administración. Además, es esencial definir el “*Lay-Out*” del almacén, que determinará la disposición de los espacios y facilitará el flujo de trabajo. Por último, la selección de los equipos de manejo de materiales y almacenamiento adecuados es crucial para optimizar las operaciones y garantizar un manejo eficaz de los productos. Todos estos elementos son interdependientes y contribuyen a una gestión integral que mejora la eficiencia operativa y reduce costos (Richards, 2017).

Implementar buenas prácticas de almacenamiento resulta esencial para cualquier organización que busque optimizar sus operaciones logísticas, más aún cuando se trata de empresas que manejan productos delicados como los fertilizantes. Este apartado se enfoca en cómo la definición de un “*Lay-Out*” eficiente, la adecuada selección de equipos y la organización de actividades impactan directamente en la eficiencia de la gestión de un almacén. Estas prácticas no solo permiten reducir errores operativos, sino también mejorar la seguridad y la velocidad en el manejo de los productos, lo cual es especialmente relevante para mantener la calidad de los fertilizantes durante su almacenamiento. La intención es que, a través de estas prácticas, se logre establecer un sistema de gestión de almacenes que respalde las necesidades de la empresa.

### **2.1.6. Procesos**

Consiste en una serie de acciones interrelacionadas que convierten insumos en resultados de una manera ordenada, siguiendo un flujo definido. La estandarización de un proceso tiene como finalidad asegurar un comportamiento consistente en todas sus ejecuciones, lo que facilita su gestión y mejora (Barbagallo et al., 2015).

Un mapa de procesos es una representación gráfica que ilustra de manera clara y estructurada las etapas, actividades y flujos de trabajo dentro de un proceso. Al detallar las entradas, salidas, roles y responsabilidades, así como los indicadores de rendimiento y riesgos, esta herramienta permite a las organizaciones identificar oportunidades de mejora, optimizar recursos y aumentar la eficiencia operativa. Además, facilita la alineación de las actividades con los objetivos estratégicos (Aytasova et al., 2019).

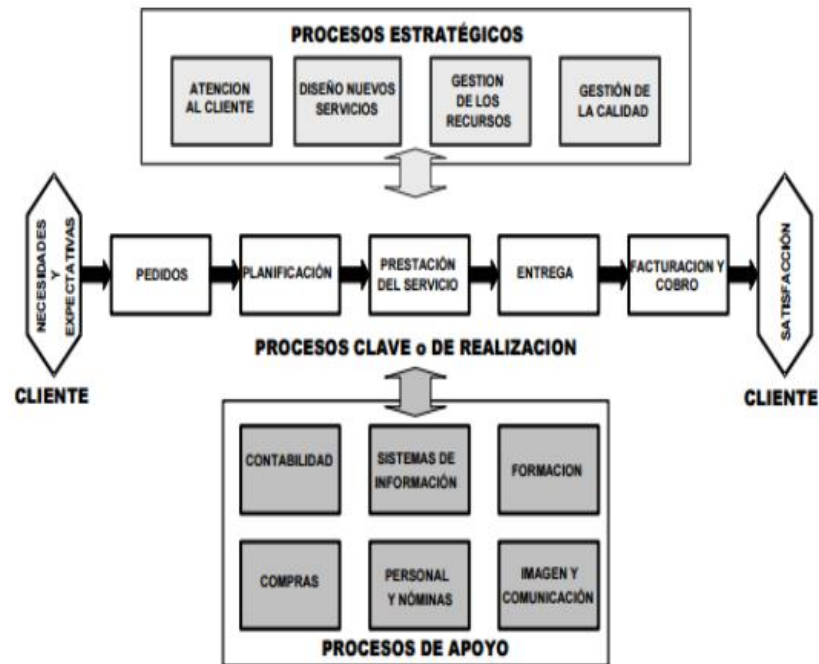
Según como se representará en la Figura 6, un mapa de procesos se estructura en tres categorías fundamentales. Los procesos clave son aquellos en los que los usuarios tienen una interacción directa, ya que están relacionados con la entrega de productos o servicios que satisfacen sus necesidades. Los procesos estratégicos se enfocan en analizar y comprender las necesidades, expectativas y condiciones de los “*Stakeholders*”, lo que permite alinear las actividades de la organización con sus objetivos a largo plazo. Finalmente, los procesos de soporte proporcionan los recursos, tanto materiales como humanos y tecnológicos, necesarios para que los procesos clave y estratégicos funcionen de manera óptima. Estos procesos, aunque no están directamente involucrados en la creación del producto final, son cruciales para agregar valor y asegurar la eficiencia operativa de la organización (Malinova et al., 2015).

Los procesos dentro de la gestión de almacenes son el corazón de una logística eficiente, ya que cada acción que se lleva a cabo impacta directamente en la capacidad de la empresa para mantener su flujo de productos y servicios. Entender y mapear estos procesos permite identificar los puntos críticos de cada etapa del almacenamiento y distribución, y es precisamente esta claridad la que facilita la optimización de recursos y tiempos. En el caso de una empresa de fertilizantes, contar con procesos estandarizados asegura que la calidad de los productos se mantenga desde su recepción hasta su entrega final. Además, el conocimiento de cada uno de los procesos contribuye a identificar posibles cuellos de botella

y a implementar mejoras que incrementen la eficiencia operativa, un objetivo central de esta investigación.

**Figura 6**

*Categorías de los procesos*



*Nota.* La imagen muestra la importancia de clasificar los procesos según su importancia. Fuente: Artículo “Manuales de procedimientos de herramientas de control interno de una organización” de (Vergara & Eugenia, 2017).

### **2.1.7. Procedimientos**

Un procedimiento es una secuencia de pasos establecidos que permite realizar una tarea de manera consistente y eficiente. Su principal función es estandarizar actividades, garantizar resultados repetibles y minimizar errores, lo que contribuye a la mejora de los procesos operativos y facilita su supervisión y control (Vergara & Eugenia, 2017).

La ausencia de un procedimiento definido en un proceso se distingue notablemente de aquellos procesos que dependen de las habilidades y conocimientos de los trabajadores

(Vergara & Eugenia, 2017). Para una mejor comprensión de lo anterior, se toma como referencia el siguiente ejemplo: en una empresa de distribución, si no se cuenta con un procedimiento estandarizado para la recepción y ubicación de productos en el almacén, la eficiencia del proceso dependerá en gran medida de la pericia y experiencia de los trabajadores involucrados. Esto puede generar variabilidad en los tiempos de respuesta y en la organización del inventario, ya que un operario más experimentado podría clasificar y almacenar los productos de manera más rápida y precisa que uno con menor conocimiento. Por otro lado, si existiera un procedimiento bien definido, todos los trabajadores seguirían los mismos pasos, reduciendo la dependencia en sus habilidades individuales y asegurando resultados más consistentes y eficientes en la logística de almacenamiento.

El establecimiento de procedimientos estandarizados en el manejo de un almacén es esencial para garantizar que las operaciones se desarrollen de manera uniforme y predecible. En la logística de una empresa de fertilizantes, los procedimientos permiten asegurar que la recepción, almacenamiento y distribución de los productos se realicen bajo un marco de calidad constante, lo que ayuda a evitar la variabilidad en el manejo de inventarios. Este capítulo busca destacar la importancia de contar con procedimientos bien definidos, ya que estos no solo reducen la dependencia de la experiencia individual de los operarios, sino que también permiten una mejor trazabilidad de cada etapa del proceso logístico, lo que se traduce en una mayor eficiencia y control dentro del almacén.

### **2.1.8. Simulación**

La simulación se centra en la representación del comportamiento de un sistema mediante eventos discretos que se producen en momentos específicos. Esta metodología permite la evaluación de procesos en diversas áreas, tales como las comunicaciones, la atención médica, la logística y la gestión de desastres, proporcionando información valiosa sin los costos, la manufactura y riesgos inherentes a la experimentación en el mundo real. A través de modelos de simulación, los investigadores y profesionales pueden analizar la



dinámica de sistemas técnicos, identificar oportunidades de mejora y optimizar las operaciones, lo que contribuye a una toma de decisiones más informada y eficaz (Ullrich & Lückerath, 2017).

La realización de una simulación efectiva requiere la identificación y definición de diversas variables que constituyen la estructura del modelo simulado. Entre estas variables, destacan las entidades, que representan los componentes del sistema, tales como objetos, personas o recursos, los cuales interactúan entre sí a lo largo del tiempo. Adicionalmente, se deben considerar los procesos, que describen las actividades y secuencias de acciones que las entidades llevan a cabo, incluyendo la llegada y salida de eventos. También es fundamental establecer los eventos, definidos como sucesos específicos que ocurren en momentos determinados y que afectan el estado del sistema. Por último, las variables de estado son esenciales, ya que reflejan las condiciones actuales del sistema en un momento dado, permitiendo así el seguimiento de su evolución a lo largo del tiempo. La correcta identificación y parametrización de estas variables resulta crucial para garantizar la precisión y utilidad del modelo de simulación (Ullrich & Lückerath, 2017).

#### **2.1.8.1. Simulación en la logística.**

La simulación es una técnica que permite modelar y analizar el comportamiento de sistemas complejos a través de la creación de representaciones virtuales de procesos reales. En el contexto de la logística y la gestión de almacenes, la simulación se utiliza para replicar las operaciones de un sistema, permitiendo a los analistas observar cómo interactúan diferentes componentes, identificar cuellos de botella y evaluar el rendimiento general. Al emplear software de simulación, es posible experimentar con diversas configuraciones y parámetros sin interrumpir las operaciones reales, lo que facilita la toma de decisiones informadas para optimizar la eficiencia y mejorar la utilización de recursos en el entorno logístico (Huihui et al., 2016).

## 2.2. Marco Conceptual

Para llevar a cabo este proyecto, se hará uso de una serie de términos y definiciones específicas relacionadas con la logística de almacenamiento, los cuales serán clave para comprender y analizar el contexto. Además, se incluirán conceptos generales que complementarán el marco teórico y permitirán abordar de manera integral los aspectos logísticos involucrados.

**Logística:** Es la gestión y control eficiente del flujo de productos, servicios e información desde el origen hasta el destino, asegurando que los productos lleguen a tiempo, en buen estado y al menor costo posible. Incluye actividades como transporte, almacenamiento y distribución, optimizando recursos para mejorar la competitividad (Kukovič et al., 2014).

**Over-Stock:** Es la acumulación excesiva de inventario que excede las necesidades reales de la empresa, generando un desequilibrio entre la oferta y la demanda. Ocurre cuando las empresas no gestionan adecuadamente la cantidad de productos almacenados (Hasbullah & Santoso, 2021).

**Out-Of-Stock:** Ausencia temporal de un producto en el inventario de un punto de venta, impidiendo su disponibilidad para los clientes en el momento de la compra (Yin, 2013).

**Lay-Out:** Es un esquema de la distribución física de equipos, áreas de trabajo y personas en una instalación, con el fin de optimizar el flujo de materiales y mejorar la eficiencia (Jiang & Nee, 2013).

**Eficiencia:** Está relacionada con la proporción entre el costo y el beneficio, refiriéndose a los métodos empleados para llevar a cabo una tarea. Además, implica el uso racional y óptimo de los recursos disponibles para obtener los mejores resultados (Freitas et al., 2019).

**Recepción de productos:** Procedimiento que se lleva a cabo cuando la persona encargada recibe la mercancía o productos. Este proceso puede diferir en función de las características y normativas específicas de la empresa y el almacén (Ocupa Saavedra, 2018).

**Información:** Es la combinación estructurada de datos, operaciones y actividades gestionadas por la organización. Esta información transforma y produce el conocimiento requerido en todos los niveles de la organización para alcanzar los objetivos establecidos (Ruíz Aguilar & Escutia Serrano, 2019).

**Gestión de inventarios:** Proceso de supervisar y controlar de manera eficiente los materiales, equipos y bienes almacenados en una empresa. Este proceso incluye la recepción y entrada de productos, el monitoreo de su ubicación y condiciones, así como su salida y distribución (Wild, 2017).

**Picking:** Proceso de identificar, localizar y recolectar los artículos desde sus ubicaciones de almacenamiento para preparar y consolidar un pedido antes de su envío o distribución (Kovac & Djurdjevic, 2020).

**Stakeholders:** Actor clave en el desarrollo de cualquier proyecto o iniciativa, ya que se trata de una persona, grupo u organización que tiene un interés particular en el éxito o los resultados del mismo (Terzolo, 2014).

**SKU:** Se refiere a "Stock Keeping Unit" o Unidad de Mantenimiento de Inventario. Es un código único asignado a cada producto dentro del inventario, que permite identificarlo de manera específica y gestionar la demanda de manera individualizada (Spiliotis et al., 2022).

## Capítulo 3: Metodología del Proceso de Investigación

### 3.1. Enfoque de Investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo debido a que utiliza datos numéricos y estadísticos para medir y analizar fenómenos. Este método se basa en la recopilación de datos en condiciones controladas, requiriendo muestras grandes para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados (Barnham, 2015). A través de un análisis estadístico de estos datos y el uso de simulación, se busca representar y evaluar el rendimiento de los procesos actuales y proponer alternativas optimizadas.

### 3.2. Alcance de Investigación

Esta investigación es un estudio explicativo, orientado a identificar y analizar las relaciones causales entre el sistema de almacenamiento actual y los elevados tiempos en la preparación de pedidos. Al examinar cómo el método de "primer espacio disponible" y la falta de un estándar de clasificación ABC afectan la eficiencia del almacén, se detallan las causas de los elevados tiempos en el proceso logístico. Este enfoque permite comprender cómo la ubicación de productos y la ausencia de clasificación ABC influyen en los resultados operativos, y facilita el desarrollo de propuestas que pueden validarse mediante simulaciones. De este modo, se busca optimizar la logística de almacenamiento al reducir los tiempos de procesamiento, proporcionando además una base sólida para futuras implementaciones en el sistema de gestión de inventarios.

### 3.3. Delimitaciones de Investigación

La delimitación del estudio se enmarca en la empresa de fertilizantes ubicada en la provincia del Guayas, sector Vía Daule. El proceso de recolección de datos se llevará a cabo durante un periodo de dos semanas. Durante este tiempo, se recopilará información histórica, así como los tiempos de procesamiento y operación, necesarios para el análisis y modelado del sistema.

### 3.4. Población y Muestra

“La diferencia entre los conceptos población y muestra. El primero incluye a todos los sujetos posibles que cumplen los criterios de inclusión. La muestra es el conjunto de sujetos que integran la población, elegidos para efectuar el estudio” (Escudero, 2017).

**Tabla 1**

*Trabajadores de la bodega de producto terminado*

<b>Cargo</b>	<b>Numero</b>
Jefe de Logística	1
Supervisor de Logística	1
Facturadores	2
Recibidor	2
Bodeguero	3
Preparador	2
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>

*Nota.* La tabla muestra la lista de trabajadores actuales pertenecientes a la empresa de fertilizantes.

La población objeto de este estudio se define como "Población Universo" en el contexto de la empresa de fertilizantes situada en la provincia del Guayas, específicamente en su bodega de productos terminados. Como se mostró en la tabla 1, la población está compuesta por el área de logística, que incluye al jefe de Logística, al Supervisor de Logística, el equipo de facturación integrado por dos facturadores, el equipo de recepción conformado por dos recibidores, el equipo de almacenamiento que consta de tres bodegueros y el equipo de preparación, formado por dos preparadores, totalizando actualmente 11 trabajadores.

Se empleó un método de muestreo no probabilístico, concretamente el muestreo por conveniencia, según lo indicado por Escudero, (2017). “El investigador selecciona a los sujetos en base a características que él considera pertinentes para el estudio”.

La muestra seleccionada serán los operadores, concretamente los recibidores, bodegueros y preparadores. A pesar de que los facturadores, el jefe y supervisor de logística sea parte de la población, son los 7 operadores quienes tienen una relación directa con los flujos y movimientos de inventarios de la empresa.

### 3.5. Proceso de Recopilación de Datos

La recopilación de datos es un paso esencial en la investigación científica, centrado en obtener información relevante para responder preguntas de investigación y verificar hipótesis. Este proceso comienza con la definición de los objetivos, lo cual guía la selección de métodos adecuados, como la observación, encuestas o entrevistas. Posteriormente, se diseñan instrumentos claros y pertinentes, que luego se aplican a la muestra definida. Finalmente, la información obtenida es organizada, analizada para su interpretación y presentación en los resultados (Torres et al., 2019).

#### 3.5.1. Fuentes de Datos

En la presente investigación se emplearán diversas fuentes de datos que aportan información crítica para la evaluación y simulación del sistema de almacenamiento:

- **Datos Históricos de Inventarios:** Se analizarán registros históricos de inventarios almacenados, incluyendo el volumen, tipo y frecuencia de producto terminado ingresados y despachados en la bodega. Estos datos son fundamentales para observar los patrones de entrada y salida, que permiten establecer una base para la clasificación ABC.
- **Tiempos de Procesamiento y Preparación de Pedidos:** La empresa cuenta con registros históricos de los tiempos de procesamiento para la preparación de pedidos. Estos tiempos se analizarán para evaluar el impacto de la metodología actual de ubicación en el almacén y simular el cambio de tiempos bajo un modelo con distribución ABC y un nuevo “Lay-Out”.

- **Datos de Operación Actual:** Además de los históricos, se recogerán datos operativos actuales mediante observaciones directas en el almacén, y registro de tiempos de respuesta para asegurar la precisión y relevancia de la simulación.

### 3.5.2. Instrumentos de Recopilación

- **Software de simulación:** Para el presente trabajo de investigación utilizará FlexSim, un software especializado en simulación que permite probar y visualizar de manera ágil los cambios en operaciones logísticas, manejo de materiales y manufactura. facilitando el análisis de múltiples escenarios en un entorno gráfico en 3D y 2D, lo cual es útil para observar el comportamiento actual de los procesos en el almacén. Este software permite evaluar y comparar el estado actual con el modelo propuesto, reduciendo costos y riesgos asociados a la experimentación en condiciones reales (FlexSim, 2024).
- **Hojas de Cálculo y Bases de Datos:** Se utilizarán hojas de cálculo de Microsoft Excel para organizar, estructurar los datos históricos de inventarios, tiempos de procesamiento y demanda. Las hojas de cálculo permitirán realizar cálculos estadísticos, organizar datos de entrada y salida, calcular las clasificaciones ABC de productos según frecuencia de rotación y su demanda. La empresa cuenta con un sistema de gestión que almacena datos de inventarios y tiempos de procesamiento, de los cuales se extraerán las métricas necesarias para el análisis. El acceso a estas bases de datos permitirá obtener información confiable y actualizada para alimentar los modelos de simulación.
- **Software de Estadística:** Para cálculos más complejos se utilizará Minitab Statistical Software, un programa de análisis estadístico ampliamente utilizado en diversas áreas como manufactura, investigación, educación y servicios (Minitab, 2024).

### **3.6. Análisis del Estado Actual**

La metodología de esta investigación se estructura en siete pasos principales que permiten llevar a cabo un análisis del sistema actual de logística de almacenamiento, identificar oportunidades de mejora y proponer un modelo optimizado.

En esta fase, se realizará una evaluación detallada del sistema actual de almacenamiento de la bodega de producto terminado en la empresa de fertilizantes. Donde se observa que no existe un sistema de clasificación ABC, y el método de ubicación se basa en asignar el primer espacio disponible para los productos. Lo que ocasiona que se generen elevados tiempos de localización de productos, afectando los tiempos de preparación de pedidos.

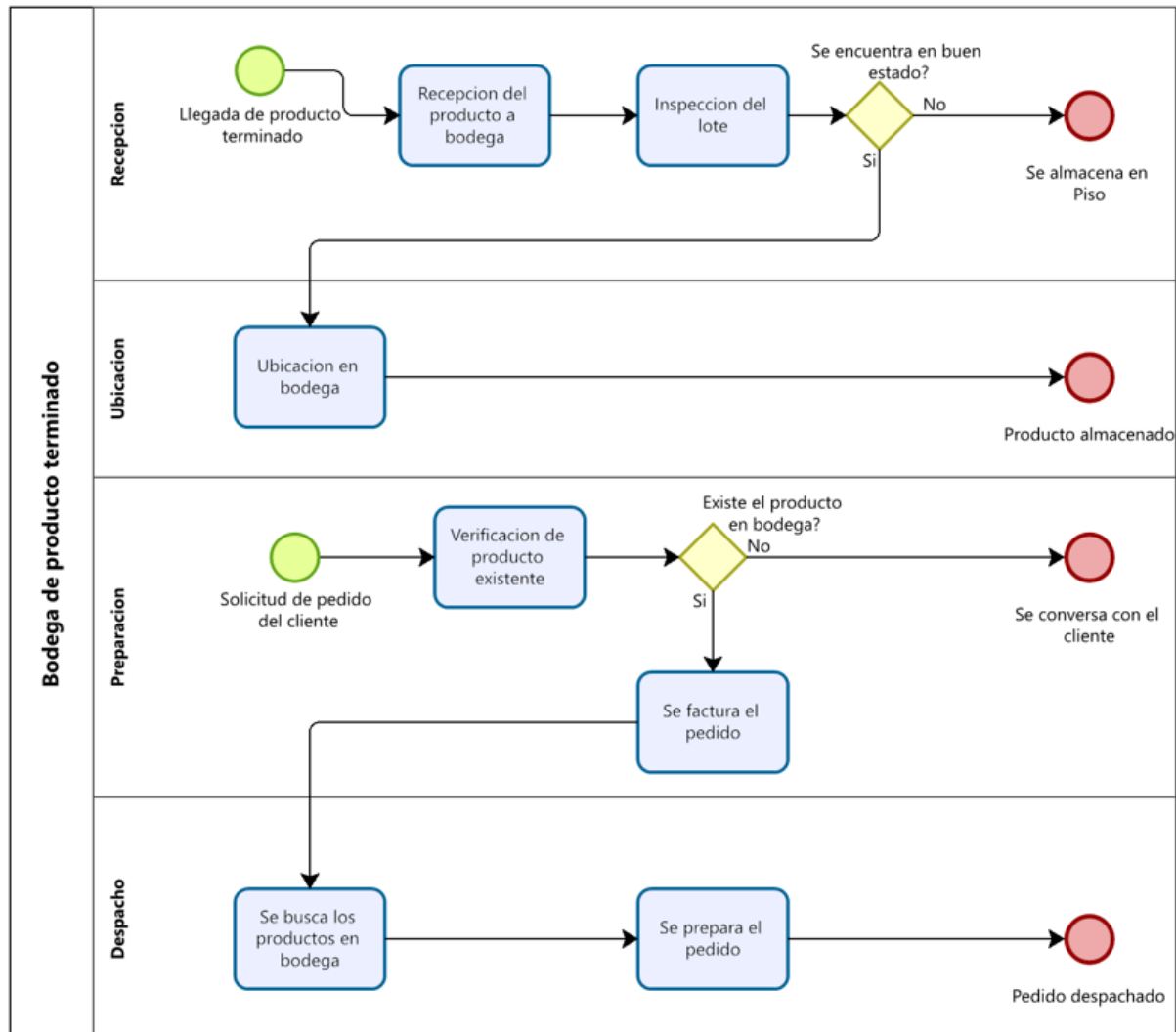
#### **3.6.1. Proceso**

Como se observará en el diagrama de flujo en la Imagen 7, el proceso en la bodega de producto terminado de fertilizantes inicia con la recepción de la mercancía, donde se registra el contenido del lote y se verifica el estado de los productos. Si estos se encuentran en buen estado, pasan a ser ubicados en el almacén en el primer espacio disponible que se encuentre. A su vez, cuando un cliente solicita un pedido, primero se verifica si se cuenta con existencias físicas en el almacén, para posteriormente se procede con la facturación del pedido, preparación y despacho.



Imagen 7

Proceso de recepción, almacenamiento y despacho de producto terminado.



Nota. La imagen muestra el proceso a seguir por política de la empresa de fertilizantes cuando ingresa nueva mercancía.

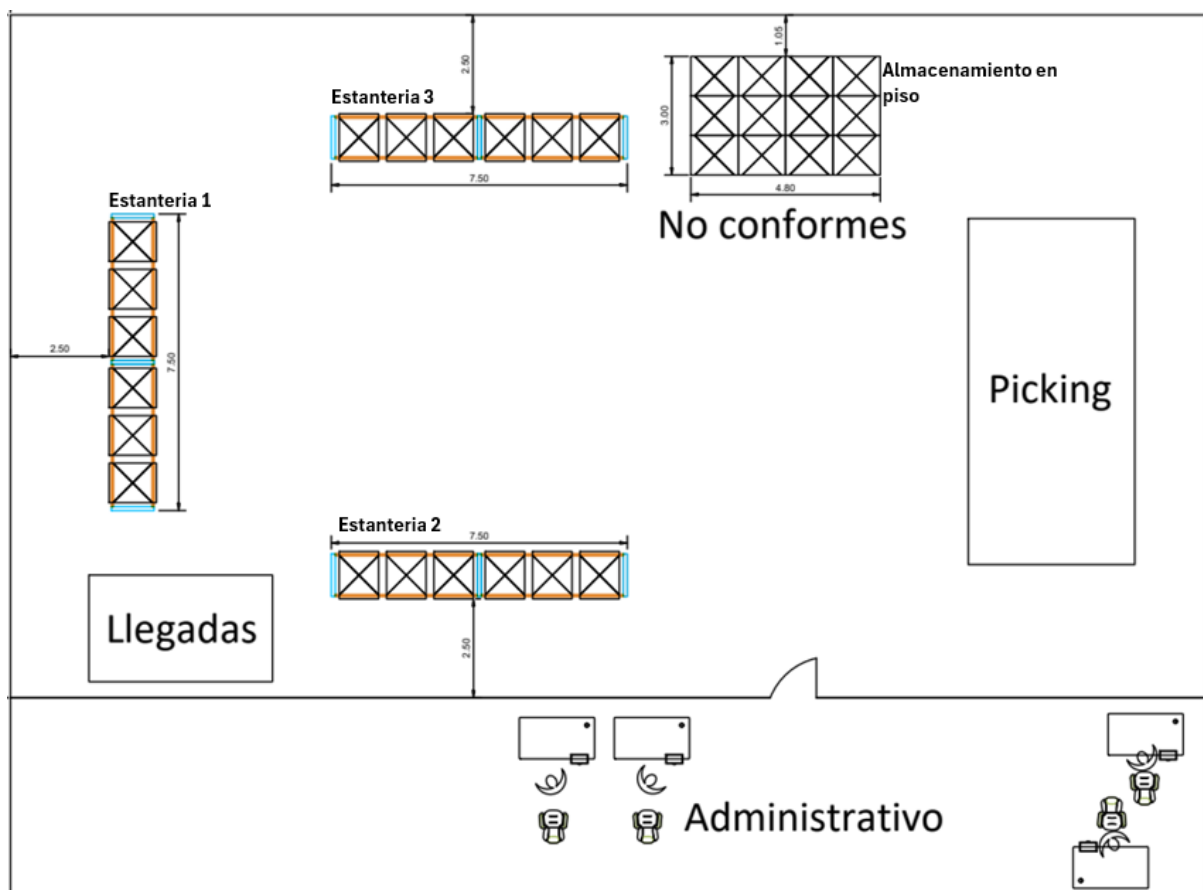
### 3.6.2. zLay-Out

La bodega de producto terminado dispone de un "Lay-Out" que se visualizara en la Imagen 8, muestra cómo se distribuyen las ubicaciones y los espacios en la bodega de la empresa de fertilizantes. La disposición de los racks y áreas de almacenamiento revela un diseño que no sigue un flujo ordenado de entrada y salida, lo que genera tiempos prolongados en las operaciones de "Picking". Actualmente se está utilizando el criterio del primer espacio

disponible como método de ubicación de productos, en base al criterio de cada operador, esto conlleva a que se mezclen los tipos de productos. La ausencia de una zonificación eficiente obliga a los operadores a recorrer largas distancias para ubicar un producto, incrementando el tiempo, esfuerzos necesarios para completar los pedidos y afectando la velocidad de respuesta del almacén. Este esquema servirá como referencia para el diseño de la simulación, permitiendo evaluar el estado actual y medir el impacto de la reorganización propuesta.

### Imagen 8

*Lay-Out actual del almacén de producto terminado*



*Nota.* La imagen ilustra el diseño actual del “Lay-Out” perteneciente a la bodega de producto terminado de la empresa de fertilizantes.

La bodega se encuentra dividida en dos zonas. La primera es la zona de almacén, donde se lleva a cabo toda la operación logística. Donde el producto terminado es recibido, inspeccionado y colocado en las estanterías correspondientes. En caso de que algún producto no cumpla con las especificaciones requeridas, este se almacena en una sección específica denominada "No Conformes". La zona de almacén incluye un área de "Picking", destinada a la preparación de los pedidos antes de su despacho. La segunda zona es el área administrativa, en la cual se realizan los procesos de facturación de pedidos, registro de inventarios, gestión de carga y descarga.

### 3.6.3. Dimensiones y Cubicación del Producto Terminado

**Tabla 2**

*Dimensiones y masa de cada unidad*

<b>Producto</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>
Altura	0.3	m
Ancho	0.5	m
Largo	0.7	m
Masa	25	Kg

Nota. Todos los productos del portafolio de ventas activo cuentan con las mismas especificaciones.

**Tabla 3**

*Datos de capacidad máxima de los sistemas de almacenamiento*

<b>Sistema</b>	<b>Capacidad Máxima [unds]</b>
Estantería 1	324
Estantería 2	324
Estantería 3	324
Almacenamiento en Piso	486
<b>TOTAL</b>	<b>1,458</b>

*Nota.* Capacidad máxima de cada sistema de almacenamiento en la bodega.

La bodega dispone de cuatro sistemas de almacenamiento para el producto terminado como se pudo observar en la tabla 3. Existen tres estanterías dedicadas al almacenamiento de productos en perfecto estado, mientras que aquellos productos no aptos para la venta se almacenan mediante un sistema de apilamiento en el suelo. Cada estantería cuenta con tres niveles, y cada nivel está compuesto por seis bahías, con una capacidad de almacenamiento de 18 unidades por bahía, dando como resultado, una capacidad máxima de 324 unidades por estantería.

El sistema de apilamiento en piso cuenta con un espacio de 3 bloques de largo, 3 bloques de ancho y 3 bloques de altura. Cada bloque tiene una capacidad de almacenar 18 unidades, como resultado se tiene una capacidad máxima de 486 unidades.

#### **3.6.4. Portafolio de Ventas e Históricos**

**Tabla 4**

*Listado de productos codificados activos para la venta*

<b>Código</b>
PM-1
PM-2
PM-3
PM-4
PM-5
PM-6
PM-7
PM-8
PM-9
PM-10
PM-11
PM-12
PM-13
PM-14

*Nota.* Lista codificada de los SKU activos pertenecientes la empresa de fertilizantes.

La empresa de fertilizantes dispone de un portafolio de ventas compuesto por 14 productos, los cuales están codificados como “PM” que significa “Producto Manufacturado” por la empresa según se detalla en la Tabla 4.

Este portafolio de ventas se empleará como base para clasificar las entidades que fluirán dentro del modelo de simulación, en conjunto con el historial de niveles de inventario recibidos y de pedidos realizados como se podrá observar en la Tabla 5 y 6. Como resultado, permitirá analizar el comportamiento de cada producto almacenado, lo que aportará información valiosa para el desarrollo de la propuesta de mejora en la gestión de inventarios y logística de la bodega.

**Tabla 5**

*Historico de unidades y cantidades recibidas a bodega*

<b>Producto</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>
PM-1	230	212	200	228	205	192	193	175	213
PM-2	345	310	297	334	308	281	309	321	321
PM-3	356	316	294	328	303	278	316	324	289
PM-4	70	61	56	66	58	54	64	46	46
PM-5	344	307	295	340	307	279	305	321	309
PM-6	59	55	52	58	52	48	58	55	52
PM-7	70	64	56	59	56	51	62	53	39
PM-8	53	51	49	61	54	51	50	51	48
PM-9	274	257	237	262	239	222	235	199	155
PM-10	224	200	188	218	198	183	191	224	193
PM-11	261	243	231	259	237	213	224	183	194
PM-12	58	49	44	48	39	37	53	54	34
PM-13	368	342	321	371	334	305	323	312	300
PM-14	384	346	326	353	322	289	312	318	316
<b>Total</b>	<b>3,096</b>	<b>2,813</b>	<b>2,646</b>	<b>2,985</b>	<b>2,712</b>	<b>2,483</b>	<b>2,695</b>	<b>2,636</b>	<b>2,509</b>

*Nota.* El historico de unidades recibida a bodega corresponde a los tres trimestres del 2024.

**Tabla 6***Historico de unidades y cantidades despachadas*

Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
PM-1	176	115	133	166	139	156	146	126	129
PM-2	267	182	227	244	222	246	215	195	221
PM-3	275	191	211	251	215	237	231	210	203
PM-4	52	36	44	50	37	38	46	39	44
PM-5	243	191	208	226	185	203	199	202	200
PM-6	44	36	34	43	37	42	40	40	34
PM-7	47	32	43	44	39	41	37	35	43
PM-8	36	35	32	32	29	31	30	36	32
PM-9	148	110	103	137	119	131	122	115	99
PM-10	174	100	145	162	135	148	146	114	145
PM-11	150	108	141	140	115	124	123	117	133
PM-12	43	24	27	39	33	38	34	29	27
PM-13	253	184	212	226	186	205	208	199	208
PM-14	228	185	207	214	182	198	188	198	201
<b>Total</b>	<b>2,136</b>	<b>1,529</b>	<b>1,767</b>	<b>1,974</b>	<b>1,673</b>	<b>1,838</b>	<b>1,765</b>	<b>1,655</b>	<b>1,719</b>

*Nota.* El historico de unidades despachadas de bodega corresponde a los tres trimestres del 2024.

**Tabla 7***Comparación entre totales de los meses evaluados*

Comparaciones	Ene - Feb	Feb - Mar	Mar - Abr	Abr - May	May - Jun	Jun - Jul	Jul - Ago	Ago - Sep
<b>Variabilidad % - Llegadas</b>	9.14%	5.94%	12.81%	9.15%	8.44%	8.54%	2.19%	4.82%
<b>Variabilidad % - Pedidos</b>	28.42%	15.57%	11.71%	15.25%	-9.86%	3.97%	6.23%	-3.87%

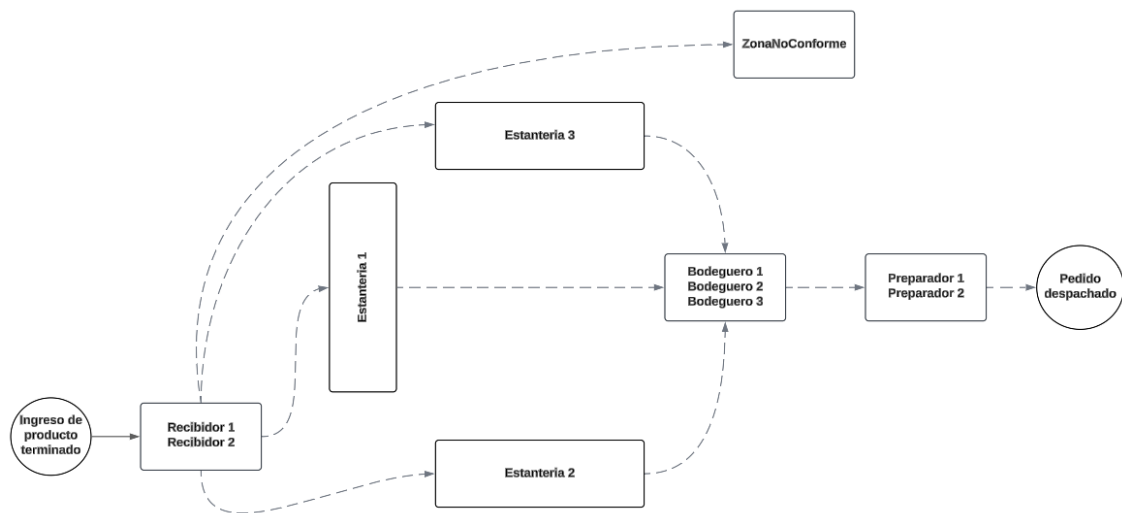
El rango de obtención de datos se seleccionó en el tercer trimestre de 2024, ya que esta presenta una variabilidad que no supera el  $\pm 10\%$  de manera lineal, como se visualiza en

la Tabla 7. Lo cual resulta favorable que esta variabilidad se mantenga en un nivel bajo, contribuyendo así a la precisión y estabilidad del análisis.

### 3.6.1. Gestión del Personal en el Lay-Out

#### Imagen 9

*Representación del personal dentro de la bodega*



La Imagen 9 ilustra la distribución del personal según su rol dentro de la bodega de producto terminado. El proceso comienza con la recepción de la mercancía, donde el personal encargado de esta tarea se ocupa de ubicar los productos en las estanterías correspondientes. Posteriormente, los bodegueros tienen la responsabilidad de trasladar los productos desde las estanterías hacia los preparadores, quienes llevan a cabo el proceso de paletización de los pedidos.

### 3.6.2. Datos de Operación

**Tabla 8**

*Promedio de tiempos de carga, descarga y movimientos*

Personal	Tiempo Promedio de Carga [s]	Tiempo Promedio de Descarga [s]	Tiempo Promedio de Movimientos [s]
Recibidor 1	2.88	3.33	289.34
Recibidor 2	2.90	3.33	298.18
Bodeguero 1	2.86	3.27	307.36
Bodeguero 2	2.85	3.21	299.04
Bodeguero 3	2.88	3.28	282.84
Preparador 1	2.84	3.31	3.58
preparador 2	2.86	3.32	3.70
<b>TOTAL</b>	<b>20.06</b>	<b>23.04</b>	<b>1,484.03</b>

Los tiempos de procesamiento en la bodega son un indicador clave, ya que determinan la eficiencia de la operación. Para recopilar esta información, se realizaron 25 mediciones por cada operador a lo largo de un periodo de cinco días para asegurar mayor confiabilidad en los datos. Al finalizar, se calculó el promedio de cada tipo de tiempo, como se presenta en la Tabla 8.

Al final se definieron los tiempos de la siguiente manera:

- **Tiempo de Carga:** Tiempo requerido por el operador para recoger el producto terminado desde su ubicación de origen.
- **Tiempo de Descarga:** Tiempo necesario para que el operador deposite el producto terminado en su ubicación de destino.
- **Tiempo entre Movimientos:** Tiempo que tarda el operador en trasladarse desde el punto de origen hasta el punto de destino.



**Tabla 9**

*Análisis porcentual de tiempos de procesamientos actuales*

<b>Tiempo</b>	<b>Tiempo [s]</b>	<b>Peso %</b>
Tiempo de Carga	20.06	1.3%
Tiempo de Descarga	23.04	1.5%
Tiempo de Movimientos	1,484.03	97.2%
<b>TOTAL</b>	<b>1,527.13</b>	<b>100%</b>

Como resultados de la Tabla 9, se demuestra que el tiempo entre movimientos es el más elevado, representando un 97.2%. Mientras que los tiempos de carga representan un 1.3% y el tiempo de descarga un 1.5%. Esto indica que el proceso no genera valor agregado debido a que consume la mayoría del tiempo que se requiere para este proceso.

**Tabla 10**

*Tiempos promedios en la preparación de pedidos*

<b>Personal</b>	<b>Promedio General [s]</b>
Preparador 1	392.75
preparador 2	320.88

La recolección de datos para el proceso de preparación de pedidos incluyó 25 mediciones por operador, realizadas durante un período de cinco días, con el fin de asegurar una alta confiabilidad en los datos obtenidos. Al concluir esta etapa, se calculó el promedio de cada tipo de tiempo involucrado, como se detalla en la Tabla 10. Estos datos resultan esenciales para evaluar el rendimiento de la operación actual, ya que el tiempo de preparación de pedidos depende en gran medida de la disponibilidad inmediata de los productos. Por lo tanto, la simulación de esta fase debe llevarse a cabo con precisión rigurosa para reflejar fielmente las condiciones del proceso.

**Tabla 11**

*Pedidos despachados*

<b>Días Evaluados</b>	<b>Pedidos Completados</b>
Día 1	94
Día 2	92
Día 3	98
Día 4	102
Día 5	99
<b>Promedio</b>	<b>97</b>
<b>Total</b>	<b>485</b>

La Tabla 11 presenta las cantidades de pedidos completados durante un periodo de evaluación de cinco días. Estos pedidos corresponden a los que se lograron procesar dentro de las restricciones impuestas por los tiempos de preparación, los cuales están directamente influenciados por el tiempo que los operadores tardan en localizar los productos necesarios para ensamblar cada pedido. Este análisis sugiere que, al optimizar los tiempos asociados a los movimientos y desplazamientos, sería posible incrementar la cantidad de pedidos procesados diariamente.

### **3.6.3. Distribución para Tiempos de Preparación de Pedidos**

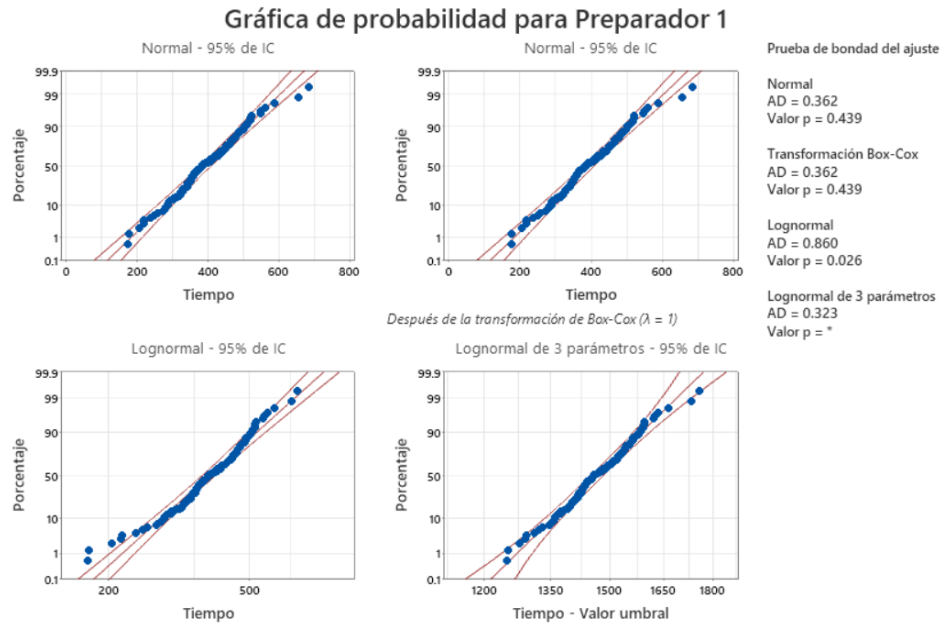
Para lograr una mayor precisión en la simulación de los tiempos de preparación de pedidos, se utilizó *Minitab Statistical Software* para estimar la distribución de los datos recolectados. Posteriormente, se realizó una prueba de bondad de ajuste para validar que la distribución seleccionada represente adecuadamente el comportamiento de los tiempos observados, garantizando así la fiabilidad de los datos en la simulación.

La prueba de bondad de ajuste es una herramienta estadística que permite determinar si un conjunto de datos sigue una distribución teórica específica. Con un nivel de confianza del 95%, se establece que los datos se ajustan a una determinada distribución cuando el valor de P obtenido es superior a 0.05. En caso contrario, si el valor de P es menor

a 0.05, se rechaza la hipótesis de que los datos sigan la distribución planteada, indicando que el ajuste no es adecuado (Greenland et al., 2016).

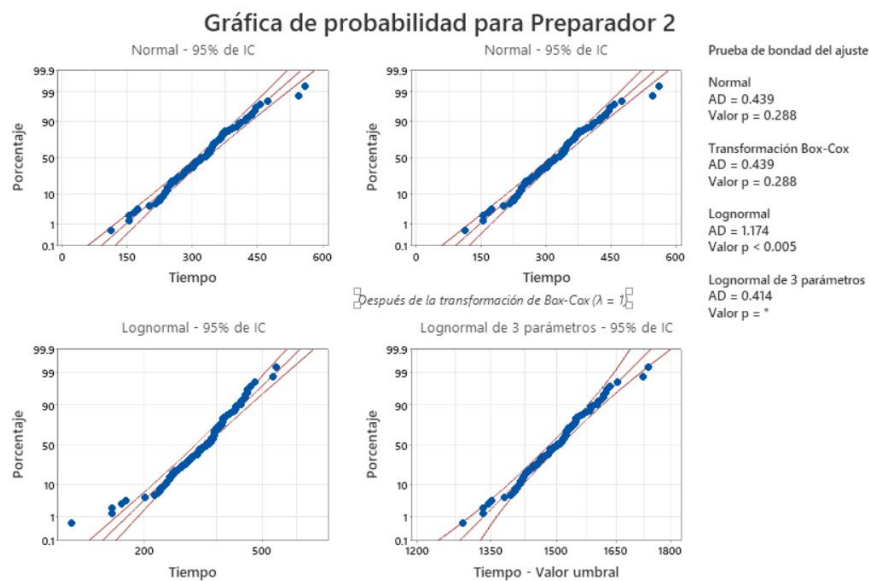
### Imagen 10

#### Cálculo de distribución de los datos del Preparador 1



### Imagen 11

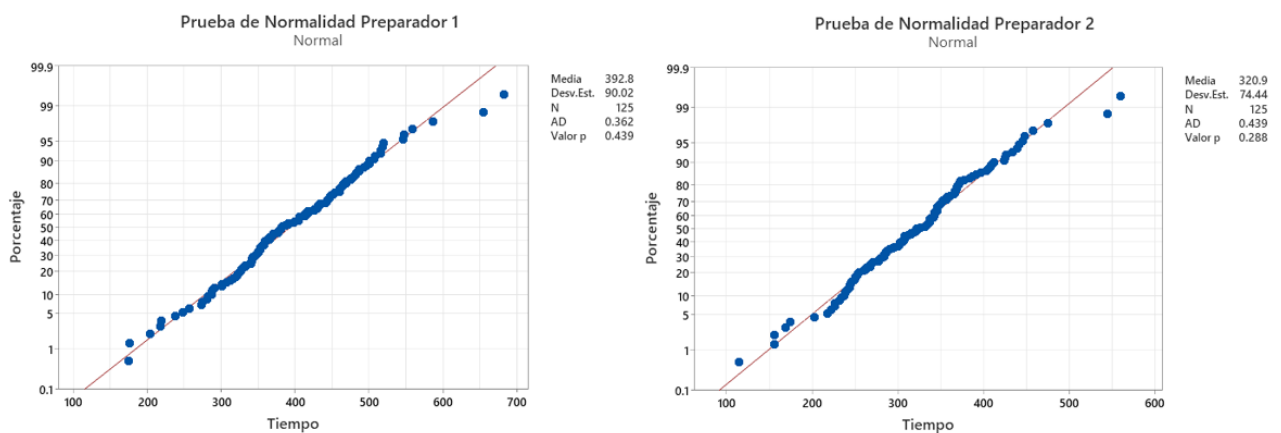
#### Cálculo de distribución de los datos del Preparador 2



Para la prueba de bondad de ajuste, se seleccionaron las distribuciones Normal, Lognormal y Lognormal de 3 parámetros como posibles distribuciones de probabilidad. Los resultados, presentados en las Imágenes 10 y 11, indican que la distribución Normal tiene el valor de P más elevado, lo que sugiere que es el mejor ajuste para los datos.

## Imagen 12

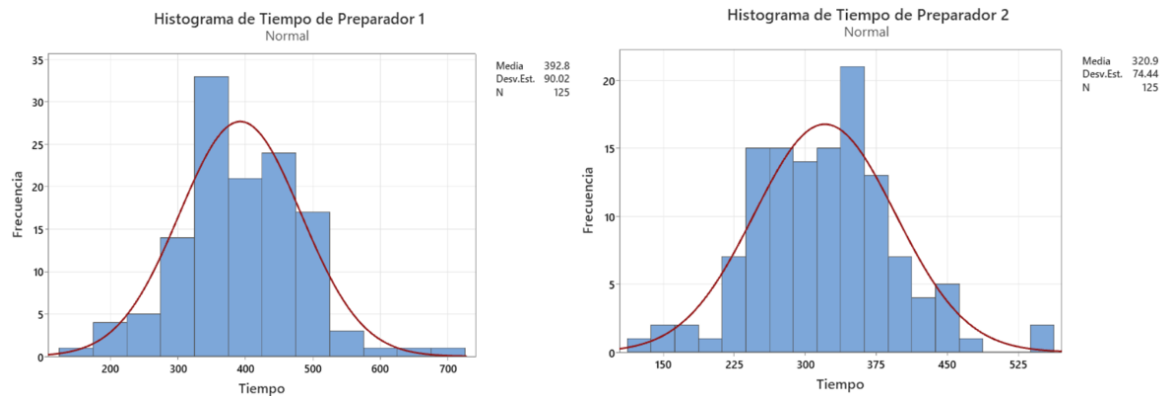
### *Prueba de normalidad para Preparador 1 y Preparador 2*



La Imagen 12 se muestra la prueba de normalidad y revelan que los datos correspondientes al Preparador 1 tienen un valor de  $P = 0.439$ , mientras que los datos del Preparador 2 muestran un valor de  $P = 0.288$ . Dado que ambos valores de P son mayores que 0.05, se puede concluir que los datos del tiempo de preparación de pedidos siguen una distribución Normal, cumpliendo con el criterio de normalidad establecido.

### Imagen 13

*Grafica de distribución normal de Preparador 1 y Preparador 2*



La Imagen 13 muestra las gráficas de distribución normal para cada preparador. El preparador 1 presenta una media de 392.8 segundos y una desviación estándar de 90.02 segundos, mientras que el preparador 2 tiene una media de 320.9 segundos y una desviación estándar de 74.44 segundos.

### 3.7. Identificación del Cuello de Botella

A partir del análisis realizado en la etapa anterior, se identificó que los tiempos elevados en la preparación de pedidos se deben a la falta de disponibilidad inmediata de los productos para los operadores responsables de esta tarea, lo que incurre que la mayor parte del tiempo de preparación de pedidos será un tiempo muerto. Este problema está vinculado a los operadores encargados de abastecer a los preparadores, quienes presentan tiempos de movimiento elevados, como se detalló previamente en la Tabla 8. Dichos tiempos se explican por la ausencia de un estándar definido para la ubicación de cada tipo de producto en el almacén.

En consecuencia, si se optimizan los tiempos de movimiento de los operadores encargados del abastecimiento, los preparadores podrán disponer de los productos de forma inmediata. Esto permitirá reducir los tiempos de preparación de pedidos, aumentando así la capacidad para cumplir con una mayor cantidad de pedidos diarios.

### **3.8. Propuesta de Mejora**

Para la elaboración de la propuesta de mejora, se emplearán como *"inputs"* la mayoría de los datos obtenidos en el análisis del estado actual. Esto permitirá que el modelo de simulación se ejecute bajo las mismas condiciones de comportamiento y restricciones identificadas en el diagnóstico, mientras se integran las mejoras propuestas.

Los resultados de la investigación de Mohamud et al, (2023), titulado *"The Role of Warehouse Layout and Operations in Warehouse Efficiency: A Literature Review"* los elevados tiempos de operación en los almacenes son un motivo fundamental para realizar un rediseño del *"Lay-Out"*. La misma destaca que estos prolongados tiempos operativos impactan negativamente en el rendimiento general del almacén, dificultando la capacidad de las empresas para satisfacer las demandas de los clientes de manera eficiente. Al identificar que un diseño de almacén ineficiente contribuye a estos tiempos elevados, se concluye que un rediseño estratégico del *"Lay-Out"* es esencial para optimizar los flujos de trabajo y reducir los tiempos de desplazamiento. Esto no solo mejora la productividad, sino que también permite a las organizaciones adaptarse mejor a las necesidades del mercado, lo que resalta la importancia de abordar las ineficiencias a través de un rediseño del espacio de almacenamiento.

#### **3.8.1. Clasificación ABC**

La clasificación ABC se calcula mediante un proceso que comienza con la recopilación de datos sobre el consumo y el valor de los artículos en un período determinado, donde posteriormente se calcula el valor total de cada artículo. Los artículos se ordenan de mayor a menor según su valor total y se calcula el porcentaje que cada artículo representa del valor total. Finalmente, se asignan categorías: los artículos de Clase A representan el 70-80% del valor total, pero son un pequeño porcentaje del total de artículos; los de Clase B representan alrededor del 15-25%; y los de Clase C, el 5-10% restante. Este método permite

priorizar la gestión de inventarios según la importancia económica de los artículos (Lewicki et al., 2024).

**Tabla 12**

*Clasificación ABC bajo unidades despachadas*

Cantidad de Unidades Despachadas			
Producto	Participación %	Acumulado %	ABC
PM-3	12.69%	12.69%	A
PM-2	12.32%	25.01%	A
PM-13	11.94%	36.95%	A
PM-5	11.80%	48.74%	A
PM-14	11.27%	60.01%	A
PM-10	7.82%	67.84%	A
PM-1	7.76%	75.60%	A
PM-11	7.26%	82.85%	B
PM-9	6.49%	89.34%	B
PM-4	2.53%	91.87%	B
PM-7	2.19%	94.06%	B
PM-6	2.25%	96.31%	C
PM-8	1.95%	98.26%	C
PM-12	1.74%	100%	C
<b>Total</b>	<b>100%</b>		

El análisis ABC, presentado en la Tabla 12, se ha llevado a cabo tomando como base el historial de unidades despachadas registrado en la Tabla 6. En este análisis, los productos clasificados en la “Categoría A” corresponden a aquellos que representan un 75% del peso porcentual acumulado. Por su parte, los productos de la “Categoría B” comprenden un 15%, mientras que los de la “Categoría C” representan el 5% restante.

- **Categoría A:** Los productos clasificados como A (PM-3, PM-2, PM-13, PM-5, PM-14, PM-10 y PM-1) representan el 75.60% del total acumulado de despachos. Cada uno de estos productos tiene una participación individual superior al 7%, lo que indica su alta rotación y demanda. La prioridad para estos productos debería ser mantener un

control de inventario riguroso y asegurar su disponibilidad cerca al área de “*Picking*”, ya que tienen un impacto significativo en el volumen total despachado.

- **Categoría B:** Los productos en la categoría B (PM-11, PM-9, PM-4 y PM-7) representan un total acumulado del 89.34%. La participación individual de estos productos varía entre 2.19% y 7.26%, indicando una rotación media en comparación con los productos de la categoría A. Estos productos requieren un control moderado, garantizando que se mantengan en inventario sin ocupar demasiado espacio de almacenamiento.
- **Categoría C:** Los productos en la categoría C (PM-6, PM-8 y PM-12) representan los últimos porcentajes acumulados hasta el 100%. Su participación individual es menor, variando entre 1.74% y 2.25%, lo que sugiere una baja demanda. Estos productos pueden gestionarse con un inventario mínimo o incluso bajo pedido, ya que su contribución al total despachado es limitada.

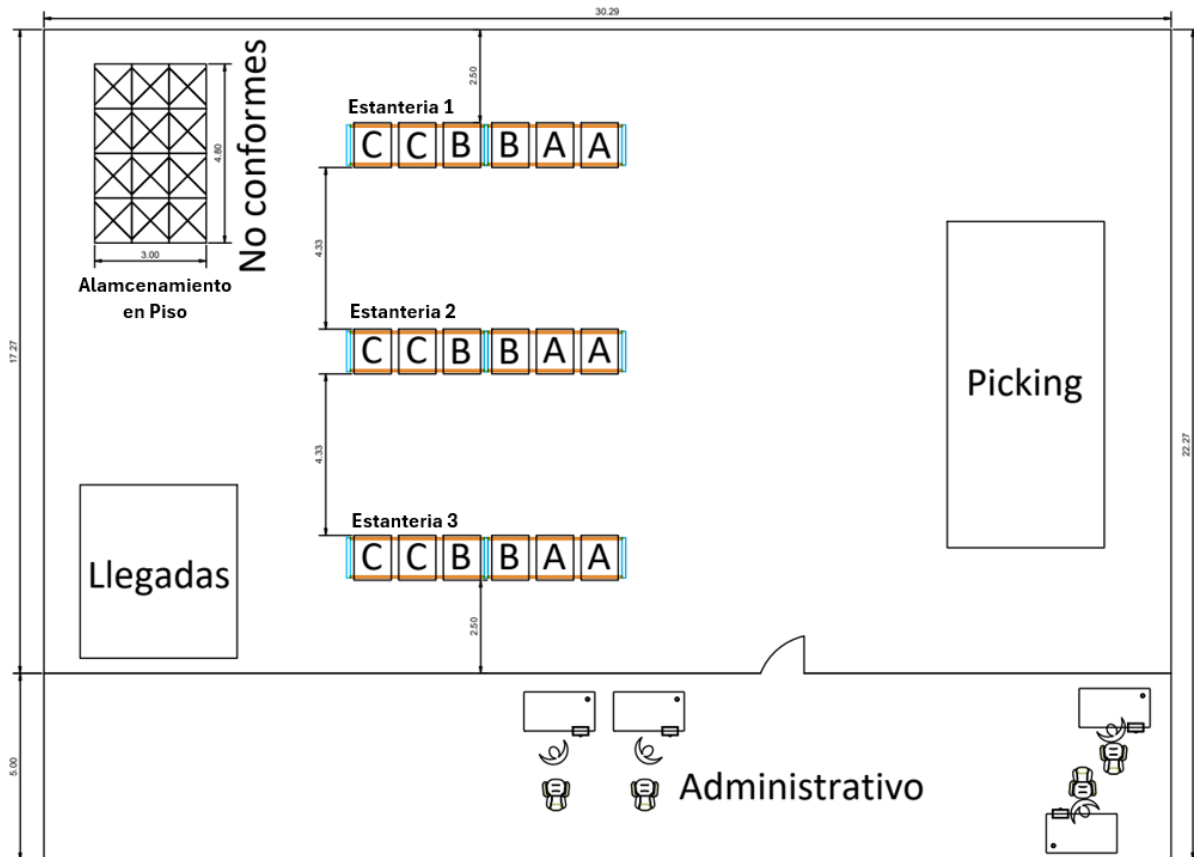
### **3.8.2. Rediseño del Lay-Out**

Como propuesta de mejora, se sugiere un rediseño integral de la bodega, fundamentado en el análisis de clasificación descrito previamente. Este rediseño incorpora los principios de dicha clasificación, orientados a optimizar tanto la distribución del espacio como la accesibilidad a los productos almacenados. La Imagen 9 presenta en detalle los ajustes implementados en la disposición de los racks y las áreas de almacenamiento, con el propósito de incrementar la eficiencia operativa, minimizar los tiempos de desplazamiento en las actividades de almacenamiento y despacho.



Imagen 14

Propuesta de mejora del Lay-Out para el almacén de producto terminado



Se ubicó la estantería 1 en paralelo a la estantería 2, y estantería 3 con el objetivo de que los sistemas de almacenamiento de producto terminado conforme se encuentren próximos al área de preparación de pedidos. Por otra parte, se reubicó la zona de almacenamiento en piso destinada a los productos no conformes, de manera que esté lo más cerca posible del área de recepción. Esta disposición permite optimizar el tiempo que el operador emplea en trasladar y ubicar los productos en su área correspondiente de almacenamiento.

El cálculo ABC se adaptó a la disposición de los racks bajo el criterio de proximidad al área de "Picking", de modo que los productos de mayor importancia se encuentran más cercanos a esta área como se visualiza en la Imagen 11. Esta organización permite reducir

los tiempos de traslado y movimientos, ya que los operadores tendrán claridad sobre la ubicación específica de cada producto para su correcta colocación o despacho.

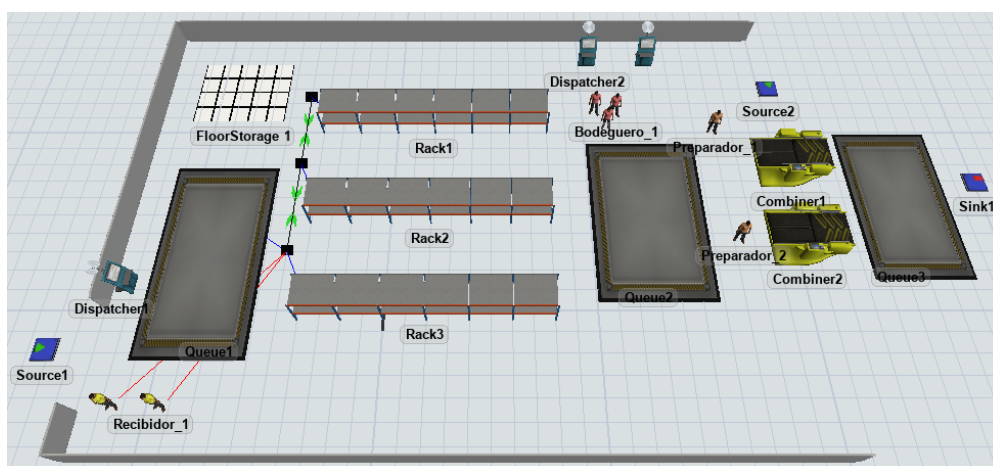
### 3.8.3. Construcción del Modelo

La construcción de un modelo de simulación se refiere al proceso que define el sistema a analizar, identificando los objetivos del estudio y los aspectos específicos del proceso, mediante la recopilación de datos relevantes sobre recursos, flujos de trabajo y tiempos de operación, lo cual es crucial para asegurar la efectividad del modelo en reflejar la realidad del sistema (Lewicki et al., 2024).

Para el diseño del siguiente modelo, se han seleccionado los recursos pertinentes dentro del conjunto de librerías de FlexSim, como se presenta en la Imagen 15 y en conformidad con el diseño actual ilustrado en la Imagen 8. Los objetos necesarios para desarrollar este modelo se detallan en la Tabla 9, con un total de 22 elementos incorporados en el modelo de simulación.

#### Imagen 15

*Representación 3D del levantamiento de la bodega en FlexSim*



**Tabla 12**

*Cantidades de elementos utilizados en la construcción del modelo*

<b>Objeto</b>	<b>Cantidad</b>
Source	2
Queue	3
Rack	3
FloorStorage	1
Combiner	2
Dispatcher	3
Operator	7
Sink	1
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>

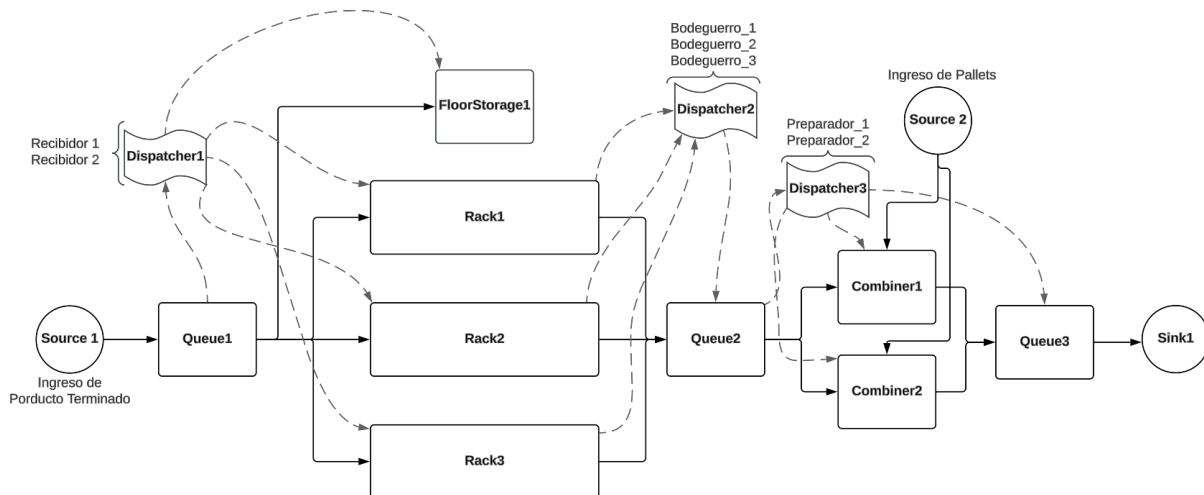
La selección de estos elementos responde a la necesidad de modelar de manera precisa el flujo de productos en la bodega. El “*Source*” permite parametrizar los objetos que ingresarán al sistema, garantizando un control adecuado sobre el flujo de entrada. Las “*Queue*” representan puntos de espera temporales para los objetos antes de ser trasladados, simulando tiempos de espera que pueden ocurrir en procesos reales. Los “*Rack*” funcionan como sistema de almacenamiento final, simulando estanterías y asegurando que los objetos sean almacenados de acuerdo con el diseño de la bodega. Además, el “*FloorStorage*” ofrece un método de almacenamiento alternativo, representando el sistema de "almacenamiento en piso" para objetos que no requieren estanterías.

Por otra parte, el “*Combiner*” se utiliza como un proceso clave que permite fusionar varios objetos en uno solo, simulando la combinación de elementos para optimizar el espacio o facilitar el despacho. Los “*Dispatcher*” permiten asignar múltiples operadores a tareas específicas, una función esencial cuando más de una persona participa en un proceso o subproceso. Finalmente, los “*Operators*” son quienes ejecutan las tareas asignadas, representando al personal de la bodega que participa activamente en el flujo de trabajo, lo que permite reflejar la realidad operativa de la bodega.

### 3.8.4. Conexiones del Sistema

Imagen 16

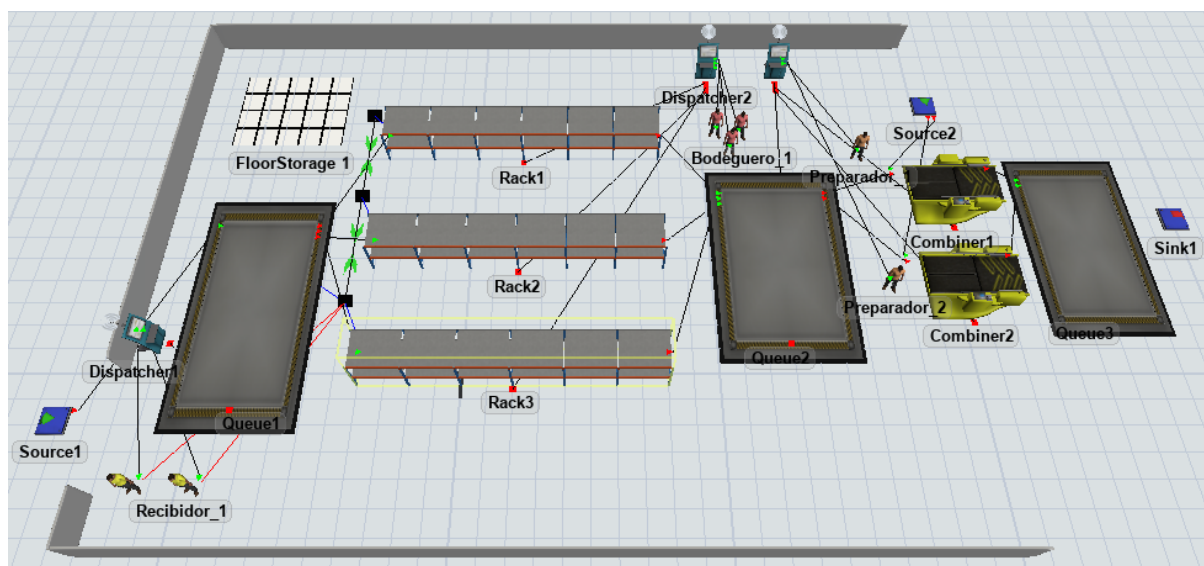
Diagrama de bloque de las conexiones del sistema



Las conexiones del sistema representan la manera en la que el modelo de simulación interactúa entre sí como se puede visualizar en la Imagen 16 representado por un diagrama de bloques, que está acorde al proceso actual de la bodega. Finalmente se configuro las mismas conexiones dentro del software de simulación representado en la Imagen 17.

Imagen 17

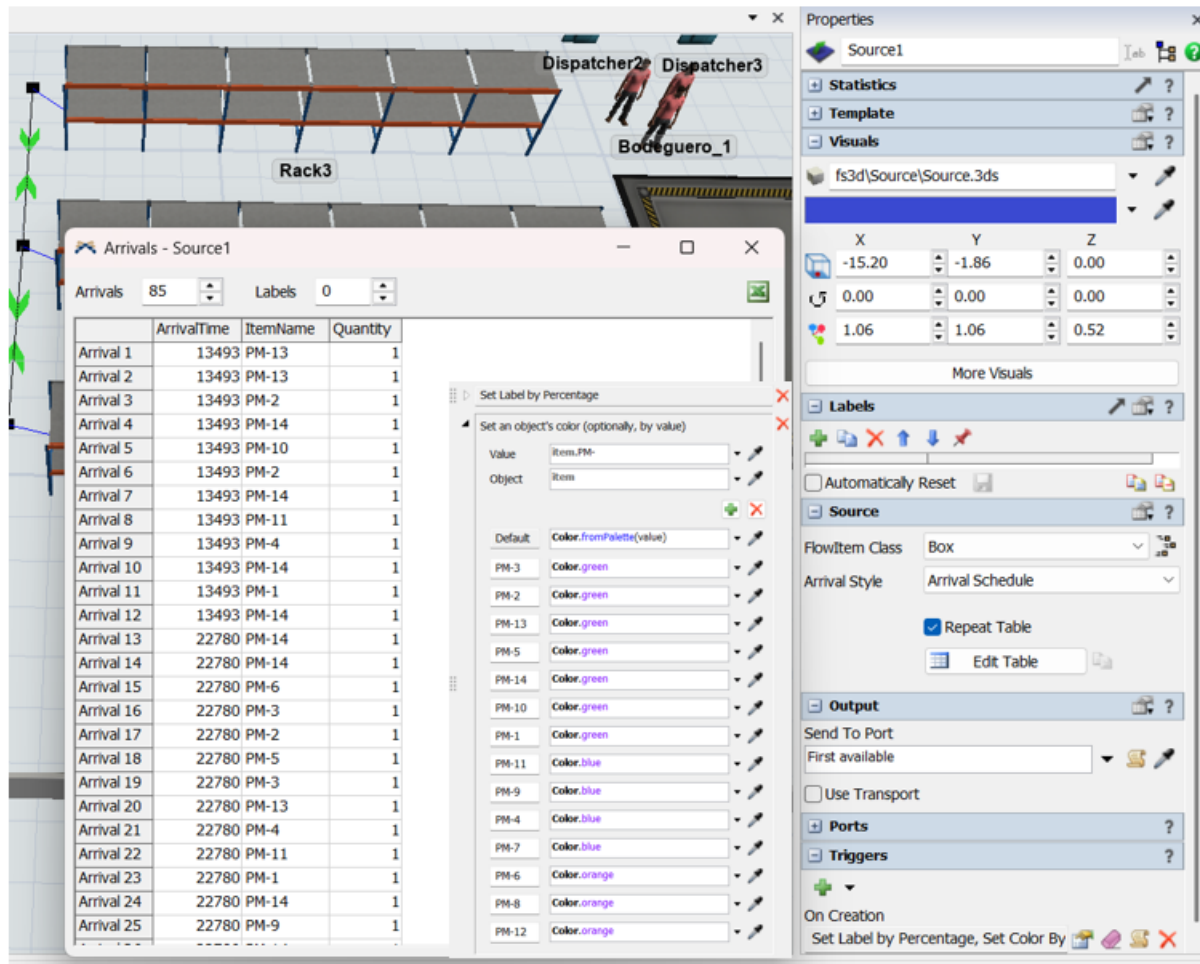
Representación de las conexiones del sistema al modelo de simulación



### 3.8.5. Configuración del Sistema

Imagen 18

Configuración del Source



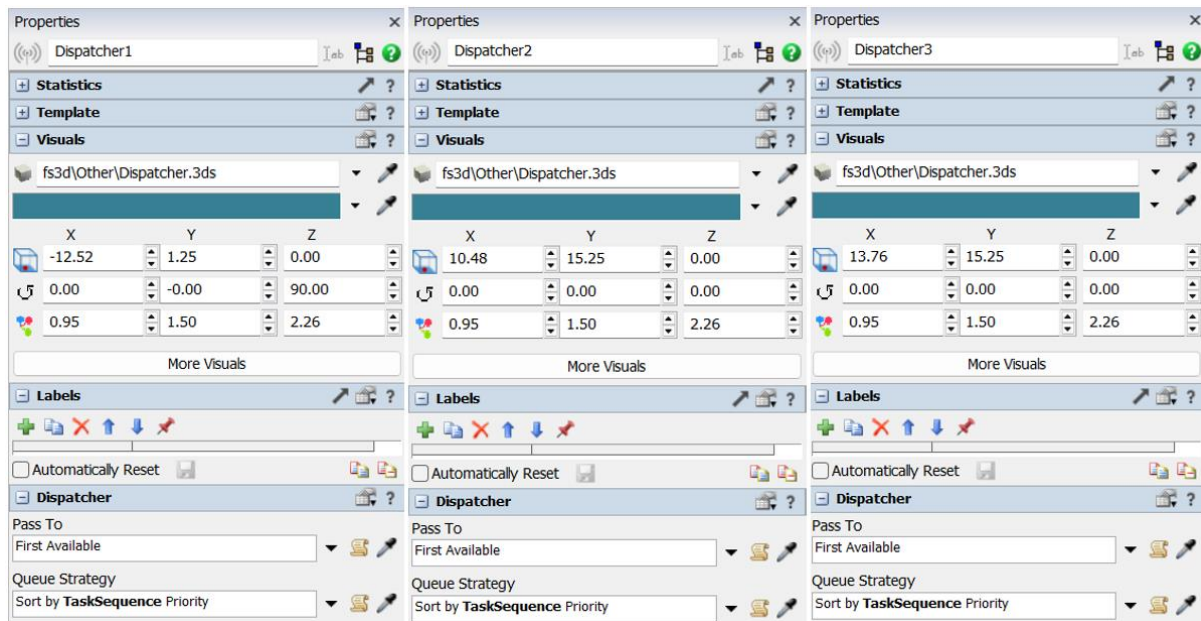
En la configuración del Source, se cargaron los datos de la hoja de cálculo correspondiente al historial de llegadas, como se muestra en la Tabla 5. Como resultado, y de acuerdo con los datos ilustrados en la Imagen 18, se establece la cantidad de cada tipo de producto que ingresará al sistema por segundo una vez que la simulación se inicie. Esto garantiza una entrada de productos al sistema que refleja el comportamiento observado en el historial, permitiendo una simulación precisa del flujo de llegada de productos.

Por último, se desarrolló un "Trigger" que asigna una etiqueta a cada grupo de productos según la clasificación ABC: los productos de tipo "A" y se identifican con el color

verde; los de tipo "B" se visualizan en color azul; y, finalmente, los de tipo "C" y se identifican con el color naranja.

### Imagen 19

#### Configuración de los Dispatcher



La Imagen 19 muestra como los Source se han configurados bajo la lógica del "First Available", dando paso a que se utilice un operador según la demanda de cantidades de entradas.

Imagen 20

*Configuración de los Recibidores*

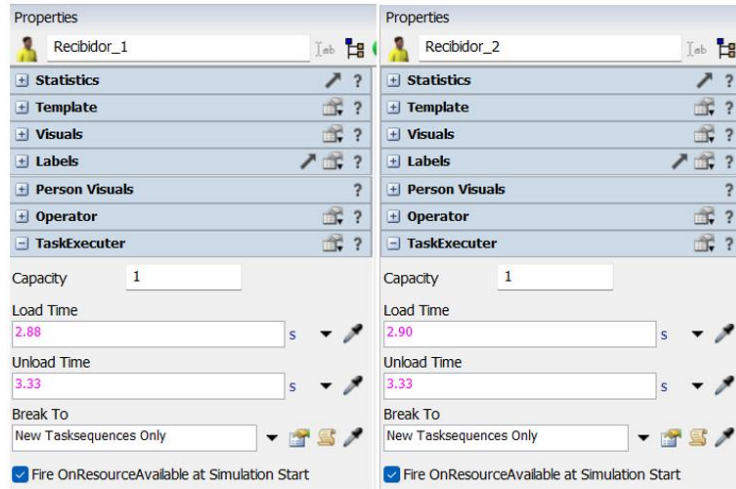
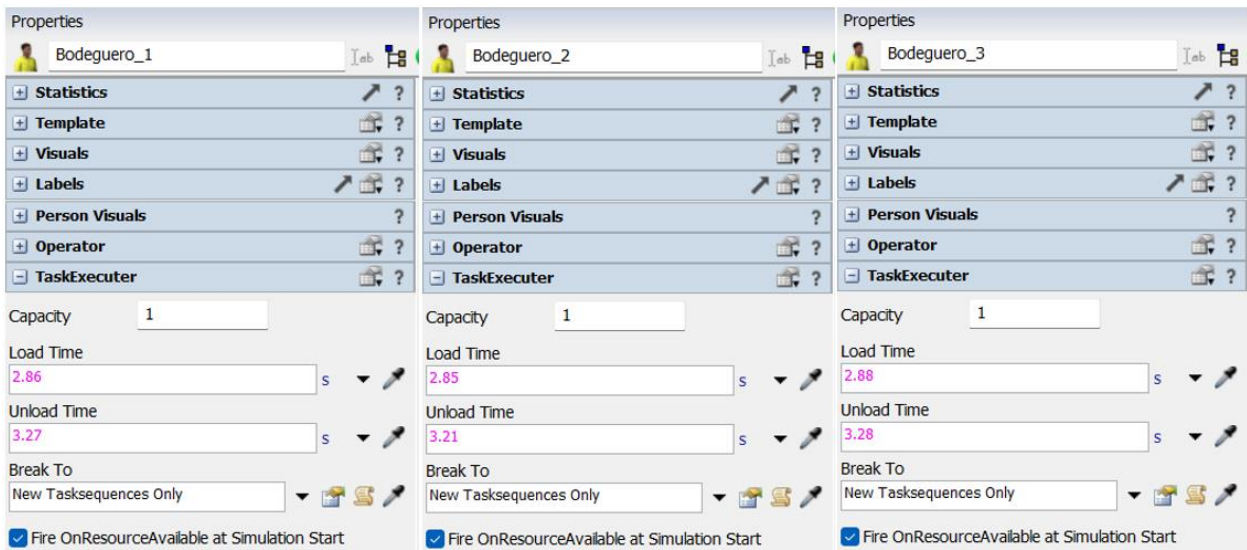


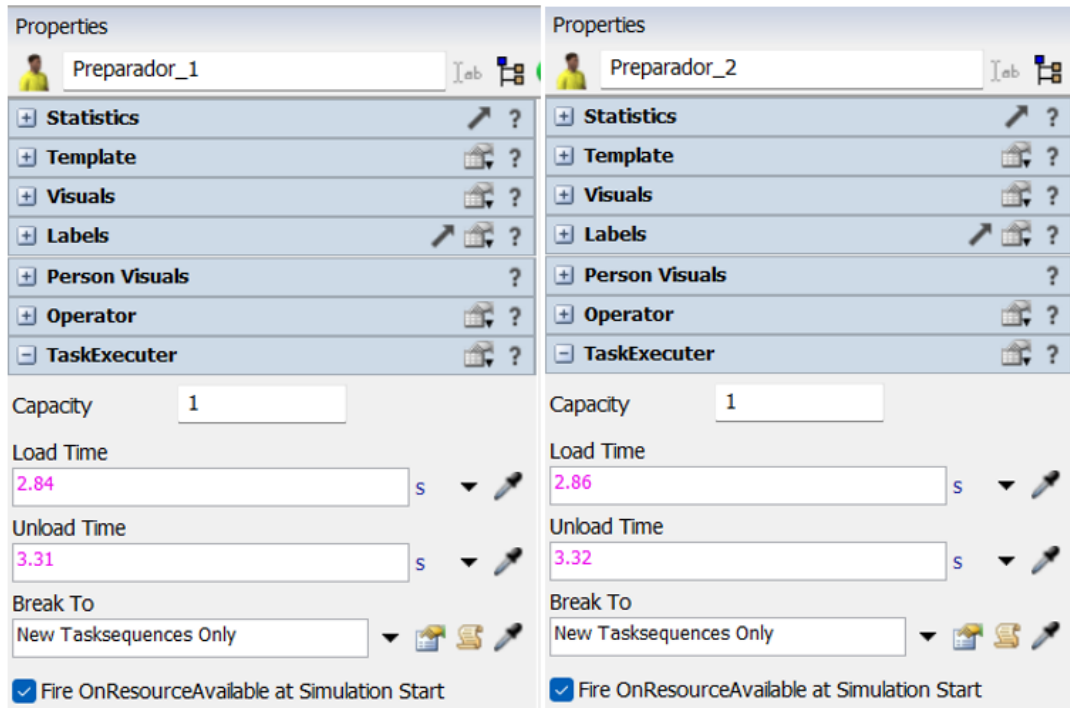
Imagen 21

*Configuración de los Bodegueros*



## Imagen 22

### Configuración de los Preparadores

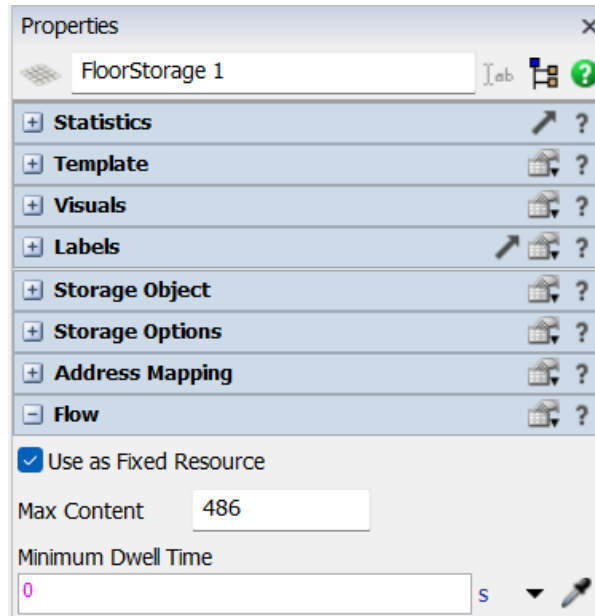


En las Imágenes 20, 21 y 22 se puede observar la configuración de los tiempos de carga y descarga de los operadores, estos tiempos se adaptaron según la Tabla 8 de los tiempos de carga y descarga.



**Imagen 23**

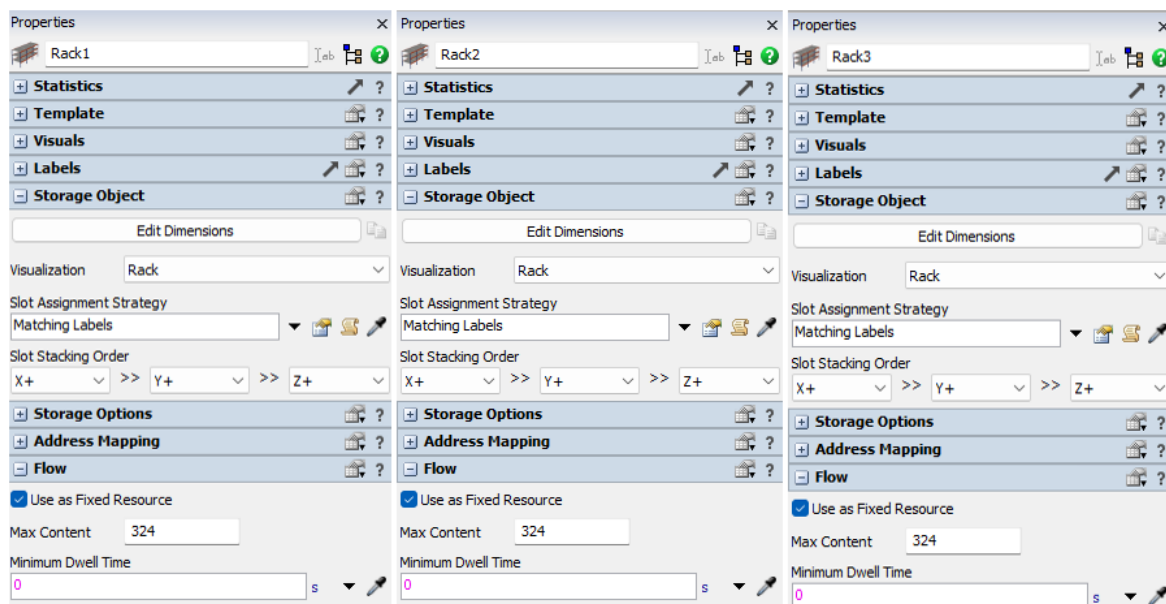
*Configuración del almacenamiento en piso*



La configuración del almacenamiento en piso se basó en la Tabla 3 de capacidades máxima de los sistemas de almacenamiento como se observa en la Imagen 23.

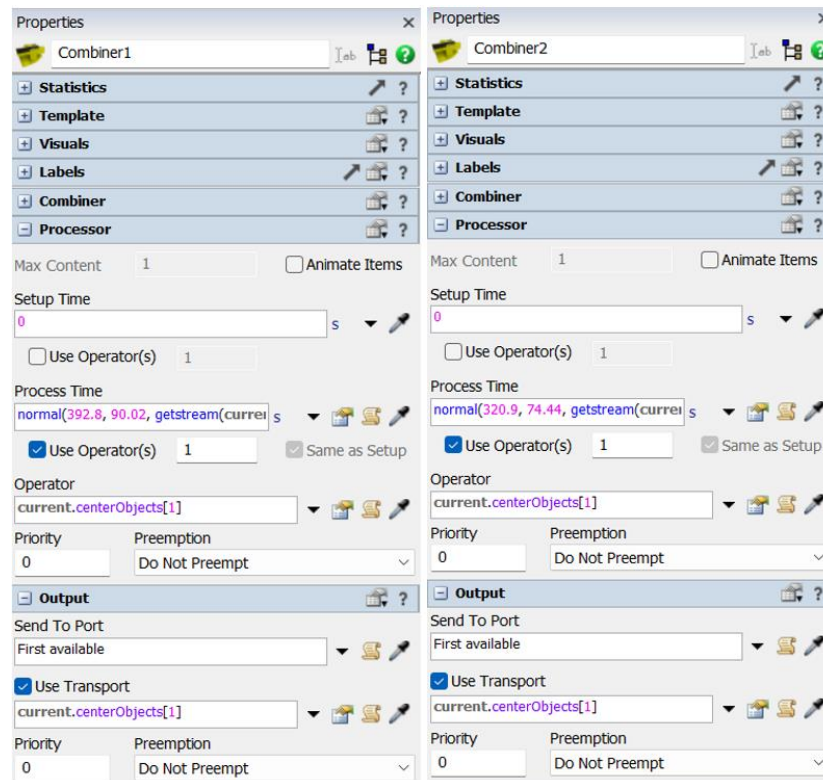
**Imagen 24**

*Configuración de los Racks*



## Imagen 25

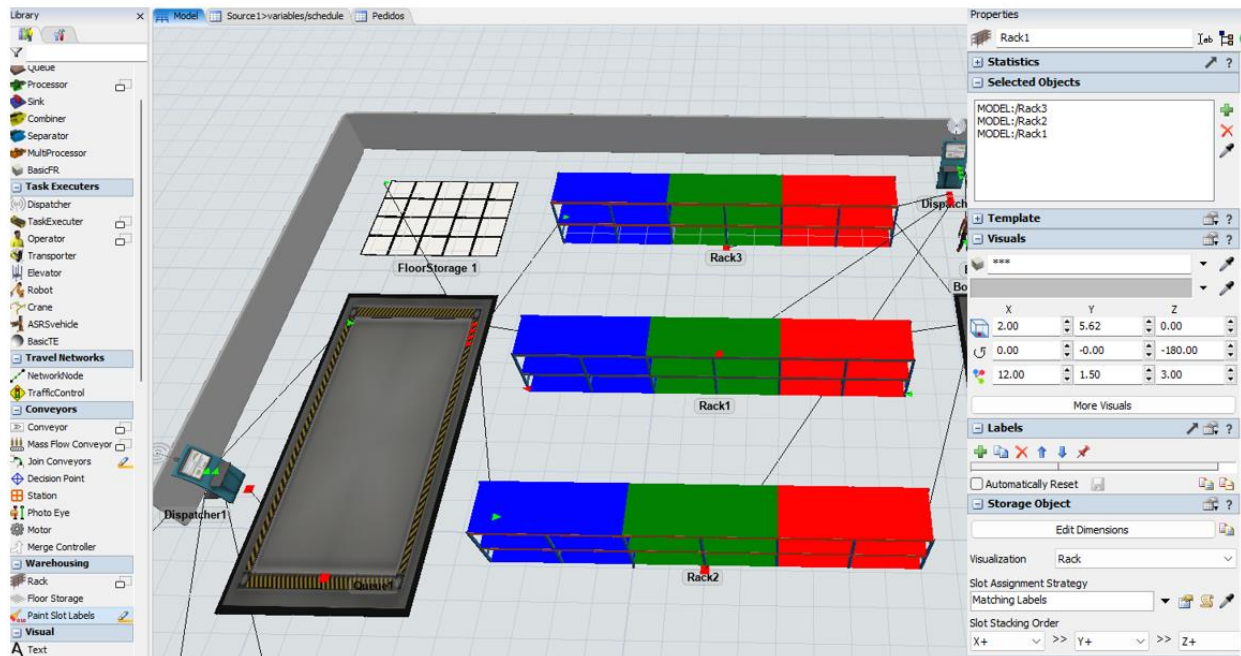
### Configuración de los Combiner



La parametrización de los Combiner se llevó a cabo en función de los resultados obtenidos de la distribución de los tiempos de preparación mostrados en la Imagen 13. Para el Combiner 1, la configuración se basó en los resultados de la prueba de normalidad correspondiente al Preparador 1, asignándole una distribución Normal con una media de 392.8s y una desviación estándar de 90.02s. Por su parte, el Combiner 2 fue configurado conforme a los resultados de la prueba de normalidad del Preparador 2, cuya distribución Normal presenta una media de 320.9s y una desviación estándar de 74.44s. Esta configuración asegura que los tiempos de preparación simulen con mayor precisión el comportamiento real observado, permitiendo una representación fiel del proceso en la simulación.

Imagen 26

Segmentación ABC en la simulación



Para la segmentación ABC en el software FlexSim se utilizó el recurso “Paint Slot Labels”, que permite asignar una ubicación específica en el rack mediante un sistema de colores, en alineación con la propuesta de ubicación mostrada en la Imagen 11. Para los productos tipo "A" se asignaron las bahías de color rojo, para los tipos "B" se empleó el color verde, y para los tipos "C" el color azul, tal como se observa en la Imagen 26. Finalmente, dentro de las propiedades de los racks, se configuró la opción “Slot Assignment Labels” con el tipo “Matching Labels”, lo que permite que la lógica de ubicación por colores coincida con la lógica establecida para la gestión del inventario, facilitando así un control eficiente de las ubicaciones asignadas a cada categoría de producto.

Imagen 27

*Carga de los pedidos a los Combinar*



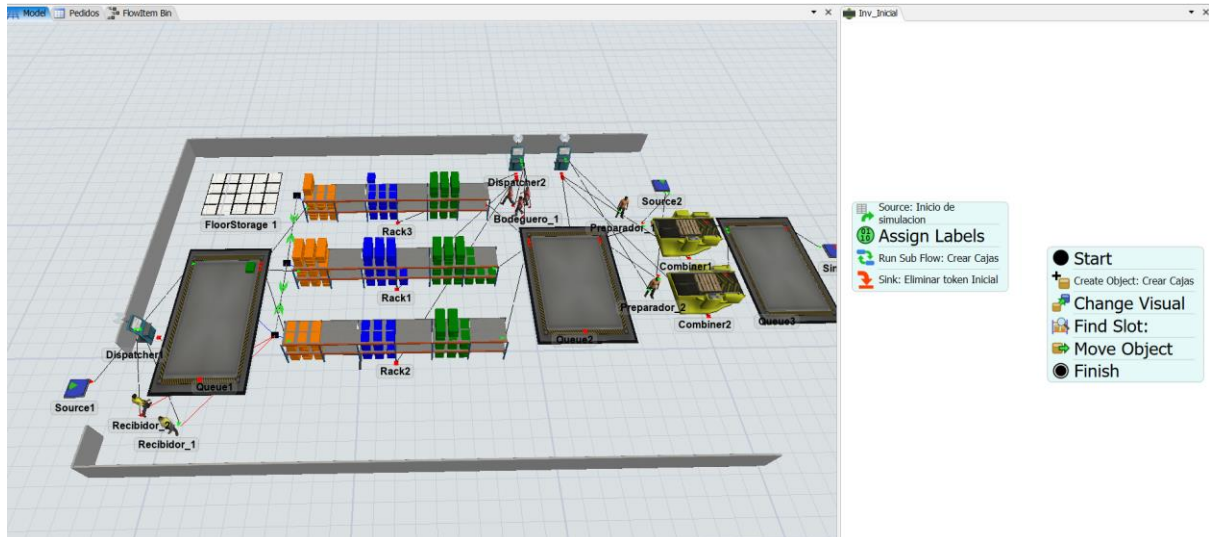
The screenshot displays a simulation environment with a 'Pedidos' table and a 3D model of a combiner system. The table lists 15 orders (PM-1 to PM-14 and PM-9) with their respective quantities across seven columns. The 3D model shows two combiner units, 'Combiner1' and 'Combiner2', with various components and flow paths. The interface includes a 'Toolbox' on the left, a 'Model' window at the top, and a 'Setup' panel on the right.

	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7
PM-1	0	2	1	2	2	2	0
PM-10	0	0	0	0	1	1	0
PM-11	0	1	2	0	2	0	1
PM-12	0	0	0	1	0	1	0
PM-13	1	2	2	0	2	1	1
PM-14	0	2	3	1	1	2	0
PM-2	0	2	4	3	0	1	0
PM-3	0	2	1	0	1	1	0
PM-4	1	0	0	0	0	0	0
PM-5	0	3	1	0	1	1	0
PM-6	0	0	0	0	1	0	0
PM-7	0	0	0	0	0	0	0
PM-8	0	0	0	0	0	0	0
PM-9	0	0	1	1	2	1	1

Se creó una tabla denominada “Pedidos” que contiene la información sobre la cantidad de unidades por pedido, basada en los datos históricos de unidades despachadas registrados en la Tabla 6. Esta tabla fue luego importada a los Combiner, lo cual permite que, al generarse un pedido, los Combiner únicamente necesiten los tipos específicos de productos incluidos en ese pedido. Esta configuración facilita que el sistema reciba y procese los pedidos de manera eficiente como se visualiza en la Imagen 27, asegurando que solo se combinen los productos requeridos para satisfacer cada solicitud de manera precisa y oportuna.

## Imagen 28

### Configuración del inventario inicial



Previo al inicio de la simulación, fue indispensable realizar un registro del inventario inicial. Dado que la bodega no contaba con una clasificación ABC estructurada, se procedió a identificar cada producto de acuerdo con el total de unidades disponibles ese día y a asignarlo a su nueva zona correspondiente. Para implementar esta lógica, se empleó la librería "Process Flow" dentro de FlexSim, como se muestra en la Imagen 28. En esta configuración, se cargaron los códigos de los productos de acuerdo con la cantidad en cada rack y se estableció la lógica para su ubicación en las zonas ABC.

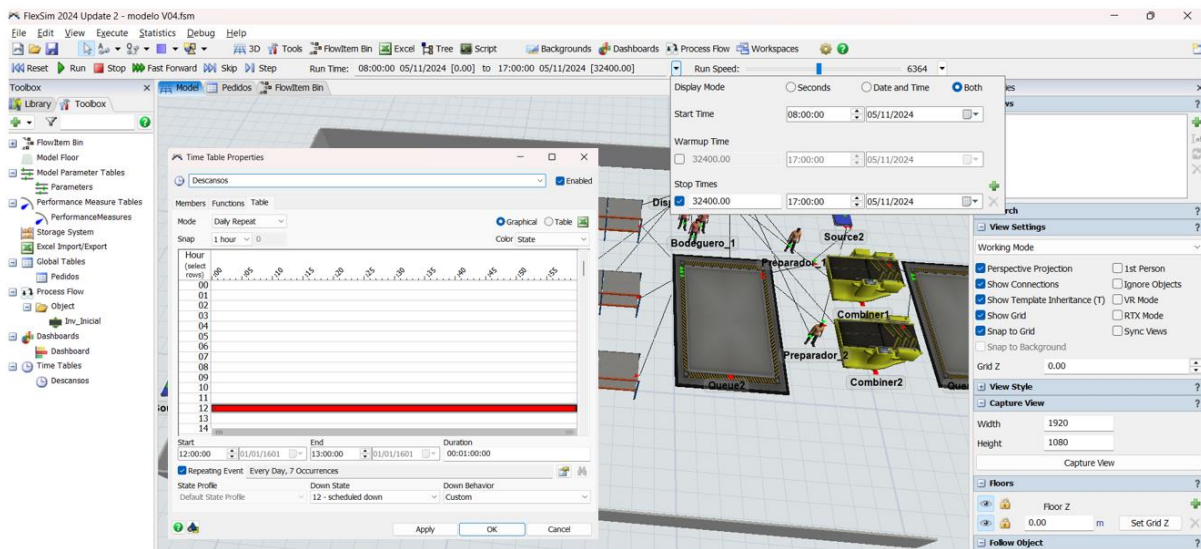
Tabla 13

*Horarios de operación*

Días Laborales	Horario Operación		Horario Almuerzo	
	Hora Inicio	Hora Fin	Hora Inicio	Hora Fin
Lunes a Viernes	08:00AM	17:00PM	12:00PM	13:00PM

Imagen 29

*Configuración de horarios de operación y descanso*



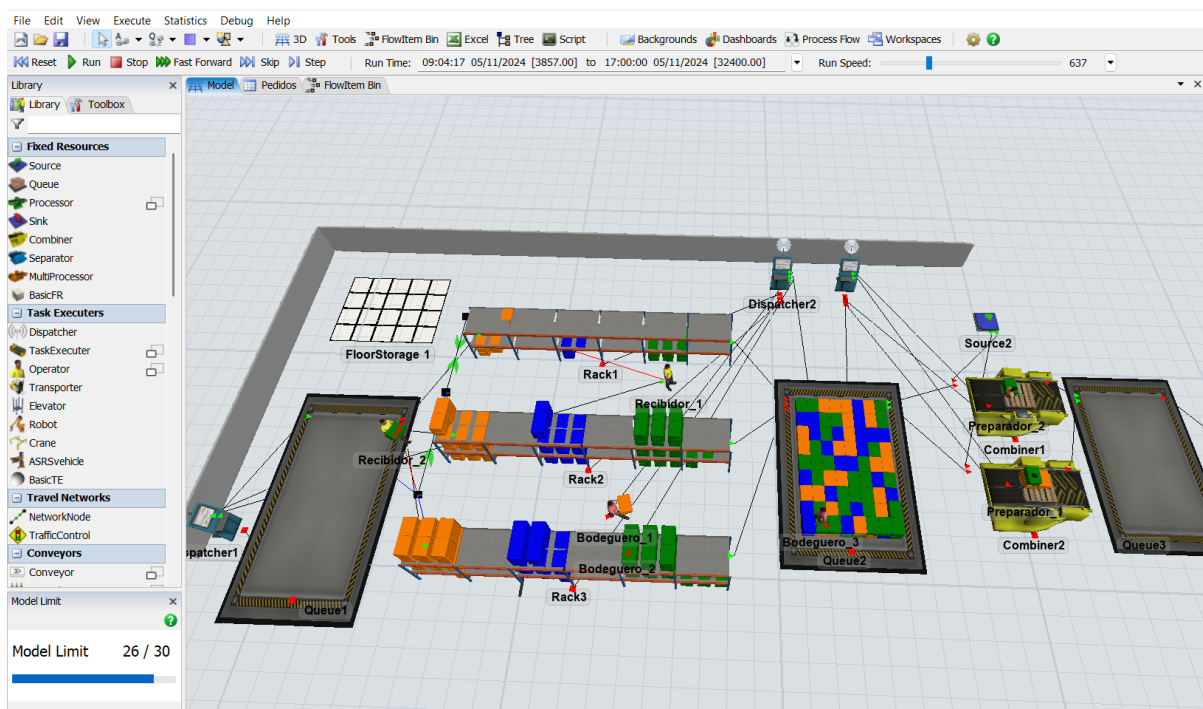
Los datos referentes a los tiempos y horarios de operación representan una restricción significativa, ya que delimitan el rango de ejecución de la simulación. Para abordar esta limitación, se utilizó la Tabla 13, la cual detalla el rango de días y horarios de operación, junto con los periodos destinados al descanso. La bodega de producto terminado opera de lunes a viernes desde las 08:00am hasta las 17:00pm, con una hora de descanso para almuerzos que inicia a las 12:00pm y culmina a las 13:00pm. Esta información fue incorporada al software FlexSim, como se ilustra en la Imagen 29.

### 3.8.6. Ejecución de la Simulación

Para llevar a cabo la simulación, se realizaron cinco ejecuciones, cada una representando un día laboral, con el propósito de modelar las operaciones correspondientes. Además, cada simulación se repitió cinco veces para incrementar el volumen de datos disponibles para el análisis y reducir la variabilidad en los resultados. La ejecución de la simulación incluirá y se visualizarán todas las configuraciones mostradas previamente como se mostrará en la Imagen 29.

**Imagen 30**

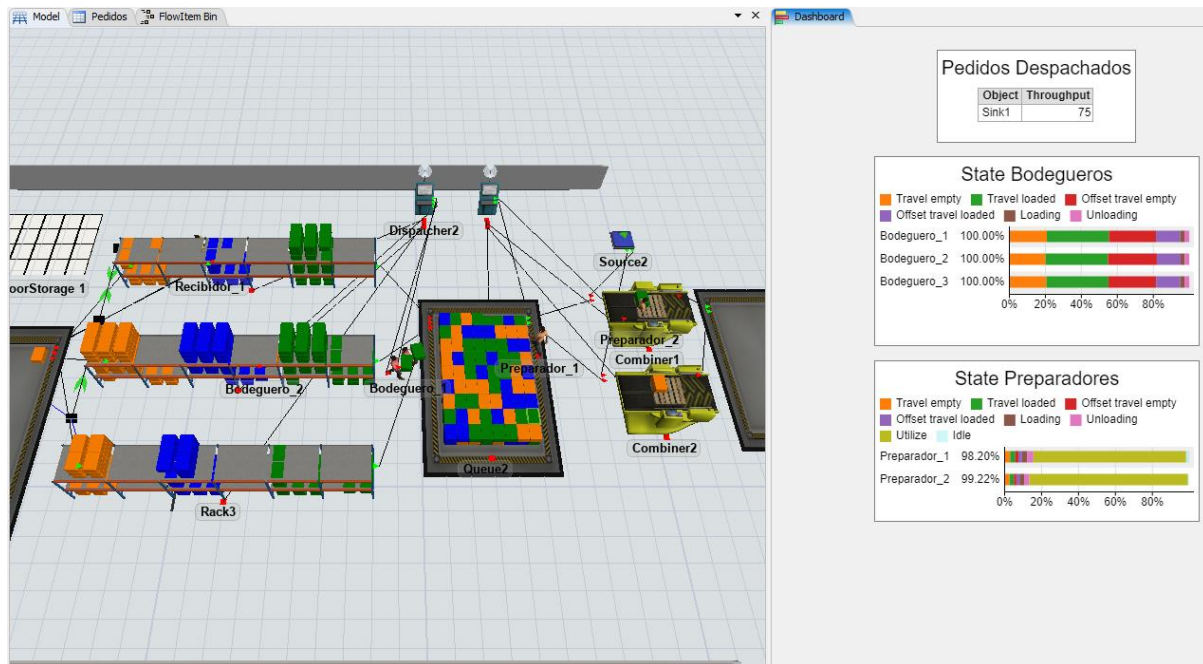
*Ejecución del segundo día de la simulación*



Capítulo 4: Análisis de Resultados de la Investigación

Imagen 31

Obtención de datos de la simulación

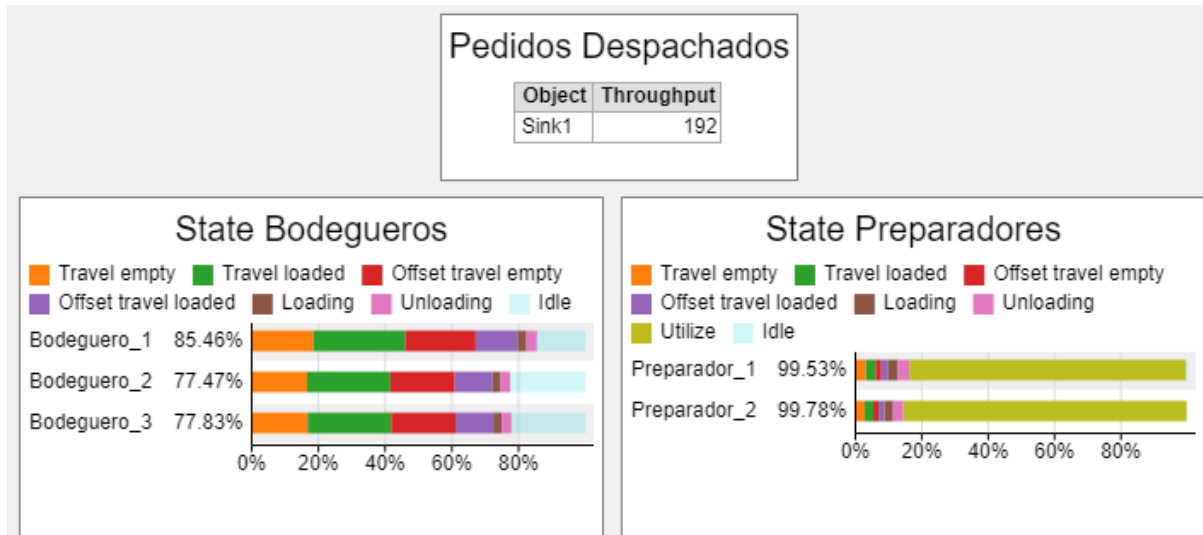


La Imagen 31 ilustra las ejecuciones de las simulaciones, acompañadas de gráficas que facilitan el registro de los datos generados durante cada corrida. Estos datos serán procesados y analizados posteriormente en Microsoft Excel, lo que permitirá organizarlos y extraer información relevante de manera más eficiente. Esta información será fundamental para realizar una comparativa detallada con el estado actual del sistema, proporcionando una base sólida para identificar áreas de mejora y validar los cambios propuestos en el modelo de simulación.



**Imagen 32**

*Graficas de resultados de la Simulación*



Como resultado de este escenario mostrado en la Imagen 32, se evidencia un aumento en el número de despachos realizados, es decir, en la cantidad de pedidos completados. Asimismo, se observa un incremento significativo en el porcentaje de utilización de los preparadores, atribuible a que los bodegueros les suministran los productos con mayor frecuencia, gracias a la implementación de una clasificación que facilita su localización. Estos datos serán procesados y analizados posteriormente en Microsoft Excel, lo que permitirá organizarlos y extraer información relevante de manera más eficiente. Esta información será fundamental para realizar una comparativa detallada con el estado actual del sistema, proporcionando una base sólida para identificar áreas de mejora y validar los cambios propuestos en el modelo de simulación.

#### 4.1. Resultados de los Tiempos de Traslados

Los equipos afectados por los tiempos prolongados son los recibidores, responsables de colocar el producto terminado en las estanterías, y los bodegueros, encargados de retirar los productos de estas. Ambos equipos se veían impactados debido a que realizaban las operaciones bajo el criterio del “primer espacio disponible”, lo que generaba ineficiencias en el proceso. El análisis de los tiempos de traslado permitirá evaluar si la propuesta de mejora contribuye a una optimización significativa de estos procesos, reduciendo así los tiempos de operación y aumentando la eficiencia en el manejo de productos.

##### 4.1.1. Análisis de los Recibidores

**Tabla 13**

*Comparativa de los bodegueros de tiempos entre traslados*

<b>Comparativa Tiempo Entre Traslados</b>			
<b>Personal</b>	<b>Tiempo Promedio de Movimientos - Antes [s]</b>	<b>Tiempos Promedio de Movimientos - Simulado [s]</b>	<b>Porcentaje de Mejora</b>
Recibidor 1	289.34	173.06	40.19%
Recibidor 2	298.18	171.61	42.45%
<b>Promedio</b>	<b>293.76</b>	<b>172.33</b>	<b>41.33%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>587.51</b>	<b>344.67</b>	<b>41.33%</b>

Como se mostro en la Tabla 8, referente a los datos de operación por cada operador, los Recibidores tardaban en promedio 293.76 segundos para encontrar un espacio vacío donde ubicar un producto en alguna de las tres estanterías. Los resultados de la simulación del equipo de Recibidores mostrados en la Tabla 13, demuestra que existirá una mejora del 41.33% reduciendo el tiempo promedio a 172.33 segundos.

#### 4.1.2. Análisis de los Bodegueros

**Tabla 14**

*Comparativa de los bodegueros de tiempos entre traslados*

<b>Comparativa Tiempo Entre Traslados</b>			
<b>Personal</b>	<b>Tiempo Promedio de Movimientos - Antes [s]</b>	<b>Tiempos Promedio de Movimientos - Simulado [s]</b>	<b>Porcentaje de Mejora</b>
Bodeguero 1	307.36	179.70	41.53%
Bodeguero 2	299.04	139.11	53.48%
Bodeguero 3	282.84	130.61	53.82%
<b>Promedio</b>	<b>296.41</b>	<b>149.81</b>	<b>49.46%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>889.24</b>	<b>449.42</b>	<b>49.46%</b>

Como se visualizo en la Tabla 8, en relacion con los datos operativos de cada operador, a los Bodegueros les tomaba en promedio 296.41 segundos encontrar los producto que les pedia el equipo de preparadores para poder armar un pedido. Los resultados de la simulación del equipo de Bodegueros mostrados en la Tabla 13, indica que existirá una mejora del 49.46% optimizando el tiempo promedio a 149.81 segundos.

#### 4.1.1. Análisis General de los Tiempos

**Tabla 15**

*Comparativa general los tiempos de movimientos*

<b>Resultados Generales</b>			
<b>Personal</b>	<b>Tiempo Promedio de Movimientos - Antes [s]</b>	<b>Tiempos Promedio de Movimientos - Simulado [s]</b>	<b>Porcentaje de Mejora</b>
Recibidor 1	289.34	173.06	40.19%
Recibidor 2	298.18	171.61	42.45%
Bodeguero 1	307.36	179.70	41.53%
Bodeguero 2	299.04	139.11	53.48%
Bodeguero 3	282.84	130.61	53.82%
<b>Promedio</b>	<b>295.35</b>	<b>158.82</b>	<b>46.23%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,476.75</b>	<b>794.09</b>	<b>46.23%</b>

Los resultados de la Tabla 15 muestra una comparativa general de ambos equipos, donde el tiempo promedio de demora de ambos grupos es de 295.35 segundos. Mientras que los resultados de la simulación demuestran que existiría una mejora del 46.23%, reduciendo el tiempo promedio a 158.82 segundos.

#### 4.2. Resultados de los Pedidos Completados

Tal como se detalló en el análisis del cuello de botella, el desempeño del equipo de preparadores se veía restringido debido a que los bodegueros no les suministraban los productos de manera oportuna. Esta situación generaba tiempos de valor no agregado en el proceso de preparación de pedidos, disminuyendo su eficiencia operativa y limitando la capacidad máxima de los preparadores para completar los pedidos de manera efectiva.

##### 4.2.1. Análisis de los Preparadores

**Tabla 16**

*Comparación de los pedidos realizados*

<b>Comparativa de Pedidos Realizados</b>			
<b>Días Evaluados</b>	<b>Pedidos Completados - Antes</b>	<b>Promedio de Pedidos Completados - Simulado</b>	<b>Porcentaje de Mejora</b>
Día 1	94	192	51.04%
Día 2	92	187	50.80%
Día 3	98	191	48.69%
Día 4	102	190	46.32%
Día 5	99	187	47.06%
<b>Promedio</b>	<b>97</b>	<b>189</b>	<b>48.79%</b>
<b>Total</b>	<b>485</b>	<b>947</b>	<b>48.79%</b>

Los datos presentados en la Tabla 11, el equipo de preparación de pedidos lograba completar, en promedio, 97 pedidos diarios. El mayor rendimiento se registró el día 4, con 102 pedidos completados, por otro lado, los demás días no se alcanzaron los 100 pedidos. Los resultados obtenidos de la simulación, reflejados en la Tabla 16, indicarían un incremento significativo en la cantidad de pedidos completados por día, superando los 180 pedidos

diarios. Esto representa un aumento del 48.78%, alcanzando un promedio diario de 189 pedidos completados.

## Capítulo 5: Conclusiones

El diagnóstico del estado actual de la logística de almacenamiento permitió identificar diversas ineficiencias operativas, especialmente en los tiempos prolongados de traslado y en la gestión inadecuada de la ubicación de productos. Se observó que los recibidores y bodegueros operaban bajo el criterio de “primer espacio disponible”, lo cual dificultaba la localización rápida de los productos y generaba un incremento en los tiempos de operación. Este diagnóstico facilitó la identificación de un cuello de botella crítico en el proceso de preparación de pedidos, afectando la eficiencia operativa de los equipos y limitando la capacidad de respuesta del sistema logístico.

La evaluación del desempeño de la disposición física y ubicación de productos evidenció mejoras sustanciales en la eficiencia operativa. Los resultados mostraron una reducción promedio del 46.23% en los tiempos de traslado, con los equipos de recibidores y bodegueros pasando de 295.35 segundos a 158.82 segundos. Además, la implementación de una clasificación optimizada de productos permitió mejorar la frecuencia de suministro a los preparadores, lo que resultó en un incremento del 48.79% en la cantidad de pedidos completados por día. Estos resultados subrayan la importancia de una disposición adecuada y una organización eficiente de los productos, lo cual incide directamente en la mejora de la eficiencia de las operaciones logísticas.

La propuesta de reorganización de la logística de almacenamiento se centró en mejorar el flujo interno mediante el rediseño del lay-out y la implementación de técnicas de clasificación, como el análisis ABC. La simulación del modelo propuesto confirmó que estas estrategias no solo optimizan los tiempos de operación, sino que también incrementan la capacidad de respuesta de la bodega, mejorando significativamente la utilización del personal y reduciendo los tiempos improductivos. Estas acciones, en conjunto, constituyen una solución integral que no solo resuelve los problemas identificados, sino que también valida la efectividad de las propuestas para optimizar la logística de almacenamiento

## Capítulo 6: Recomendaciones

Los resultados de la evaluación del desempeño demostraron mejoras en los tiempos de traslado y en la cantidad de pedidos completados, pero sería útil profundizar en la relación entre la disposición física de los productos y la productividad del personal. Se recomienda investigar más a fondo cómo factores como la ergonomía, la accesibilidad y la distribución de las zonas de trabajo influyen en la eficiencia de los empleados. Un estudio más detallado podría incluir la realización de encuestas o entrevistas con los operarios para evaluar su percepción sobre la mejora en el “Lay-Out” y cómo se podría optimizar aún más su entorno de trabajo para mejorar la productividad.

Dado que la demanda de productos en la bodega es cambiante y puede estar influenciada por factores estacionales, económicos o del mercado, se recomienda realizar una nueva clasificación ABC cada tres o seis meses. Esta periodicidad permitirá adaptar la distribución, ubicación de los productos en función de los cambios en las ventas y la rotación de inventarios. Al recalcular la clasificación de manera regular, se optimiza el flujo de productos, se asegura un abastecimiento adecuado y se minimizan los costos de almacenamiento, contribuyendo a la eficiencia operativa en el largo plazo.

Para que los resultados obtenidos puedan ser aplicados de manera efectiva en la práctica, se recomienda establecer un plan de implementación gradual de las propuestas de reorganización de la logística de almacenamiento. Esto debe incluir una fase de capacitación para los empleados, asegurando que estén familiarizados con las nuevas herramientas, el “Lay-Out” rediseñado y los procesos de clasificación optimizada. Además, es importante contar con el compromiso de la alta dirección para asegurar la asignación de recursos necesarios y la supervisión continua durante la fase de implementación. La práctica social de la logística de almacenamiento puede beneficiarse de estos cambios si se establece un sistema de retroalimentación que permita ajustar el proceso según las necesidades y condiciones reales de la operación.

Un área que no se consideró en el presente estudio fue el análisis del porcentaje de productos no conformes dentro del proceso de almacenamiento. Aunque este análisis no fue el enfoque principal de la investigación, su inclusión podría haber proporcionado valiosa información sobre las posibles fallas en la calidad del producto o en los procesos operativos. Evaluar los productos no conformes permitiría identificar cuellos de botella adicionales, así como mejorar el control de calidad en el almacenamiento y distribución. Además, esta variable podría haberse incorporado como otra restricción en la simulación, permitiendo una visión más detallada del flujo de productos y ofreciendo datos más precisos. Se recomienda que, en futuras investigaciones, se incluya este análisis para lograr una mayor exactitud en el modelado de los procesos y en la mejora continua de la logística de almacenamiento.



**Referencias y Bibliografía**

- Anaya Tejero. (2015, June 23). *LOGISTICA INTEGRAL: LA GESTION OPERATIVA DE LA EMPRESA (5ª ED.)* | JULIO JUAN ANAYA TEJERO | Casa del Libro. casadellibro. <https://www.casadellibro.com/libro-logistica-integral-la-gestion-operativa-de-la-empresa-5-ed/9788415986904/2576845>
- Ávila, O., & González, M. T. (2017). Mejoras en los procesos logísticos del centro de distribución y almacenaje de alimentos. *Revista Ingeniería*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v1i1.7>
- Aytasova, A., Selezneva, Zh., Belinskaia, I., & Evdokimov, K. (2019). Development of the process map “research and development” for agricultural organizations. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 666(1), 012072. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/666/1/012072>
- Barbagallo, S., Corradi, L., De Ville De Goyet, J., Iannucci, M., Porro, I., Rosso, N., Tanfani, E., & Testi, A. (2015). Optimization and planning of operating theatre activities: An original definition of pathways and process modeling. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 15(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s12911-015-0161-7>
- Barnham, C. (2015). Quantitative and Qualitative Research: Perceptual Foundations. *International Journal of Market Research*, 57(6), 837–854. <https://doi.org/10.2501/IJMR-2015-070>
- Cajamarca Mero, J. M., & Mendoza Zambrano, D. M. (2017). *TÍTULO: Propuesta de un Sistema de Gestión de Inventarios en la empresa APRACOM S.A.* 134.
- Castán Farrero, J. M., Parada, J. L., & Carballosa, A. N. (2012). *La logística en la empresa: Un área estratégica para alcanzar ventajas competitivas*. Ediciones Pirámide.
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>

- Escudero, D. (2017). *Metodología del trabajo científico: Proceso de investigación y uso de SPSS*. Editorial Universidad Adventista del Plata. <https://ulibros.com/metodologia-del-trabajo-cientifico-proceso-de-investigacion-y-uso-de-spss-xvsqh.html>
- Faber, N., De Koster, M. B. M., & Smidts, A. (2013). Organizing warehouse management. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(9), 1230–1256. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2011-0471>
- FlexSim. (2024). *What is Flexsim?* <https://www.flexsim.com/warehousing-simulation/>
- Freitas, A. M., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Pereira, J. (2019). Improving efficiency in a hybrid warehouse: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 1074–1084. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.195>
- Goksoy, A., Vayvay, O., & Ergeneli, N. (2013). Gaining Competitive Advantage through Innovation Strategies: An Application in Warehouse Management Processes. *American Journal of Business and Management*, 2(4), Article 4. <https://doi.org/10.11634/216796061706463>
- Greenland, S., Senn, S. J., Rothman, K. J., Carlin, J. B., Poole, C., Goodman, S. N., & Altman, D. G. (2016). Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: A guide to misinterpretations. *European Journal of Epidemiology*, 31(4), 337–350. <https://doi.org/10.1007/s10654-016-0149-3>
- Gutiérrez, A. F. (2014). *Gestión de stocks en la logística de almacenes*. <https://edicionesdelau.com/producto/gestion-de-stocks-en-la-logistica-de-almacenes/>
- Hasbullah, H., & Santoso, Y. (2021). Overstock Improvement by Combining Forecasting, EOQ, and ROP. *Jurnal PASTI*, 14(3), 230. <https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i3.002>
- Huguet Fernández, J., Pineda, Z., & Gómez Abreu, E. (2016). *Mejora del sistema de gestión del almacén de suministros de una empresa productora de gases de uso medicinal e industrial*. 21.

- Huihui, S., Xiaoxia, M., & Xiangguo, M. (2016). *Simulation and Optimization of Warehouse Operation Based on Flexsim*. <http://jasei.pub/PDF/3-4/3-125-128.pdf>
- Hurtado, A., & Alexander, X. (2023). *Propuesta de plan de mejora logística de almacenamiento y distribución de los productos ofrecidos por la empresa envasadora y distribuidora de agua Aguazero*.
- Indrasen, Y. S., Rajput, V., & Chaware, K. (2018). *ABC Analysis: A Literature Review*. 5(5), 134–137.
- Jiang, S., & Nee, A. Y. C. (2013). A novel facility layout planning and optimization methodology. *CIRP Annals*, 62(1), 483–486.  
<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2013.03.133>
- Kovac, M., & Djurdjevic, D. (2020). Optimization of Order-Picking Systems through Tactical and Operational Decision Making. *International Journal of Simulation Modelling*, 19(1), 89–99. <https://doi.org/10.2507/IJSIMM19-1-505>
- Kukovič, D., Topolšek, D., Rosi, B., & Jereb, B. (2014). A COMPARATIVE LITERATURE ANALYSIS OF DEFINITIONS FOR LOGISTICS: BETWEEN GENERAL DEFINITION AND DEFINITIONS OF SUBCATEGORIES. *Business Logistics in Modern Management*. <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/plusm/article/view/3903>
- Kumawat, G. L., Roy, D., De Koster, R., & Adan, I. (2021). Stochastic modeling of parallel process flows in intra-logistics systems: Applications in container terminals and compact storage systems. *European Journal of Operational Research*, 290(1), 159–176. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.08.006>
- Lewicki, W., Niekurzak, M., & Wróbel, J. (2024). Development of a Simulation Model to Improve the Functioning of Production Processes Using the FlexSim Tool. *Applied Sciences*, 14(16), 6957. <https://doi.org/10.3390/app14166957>
- Malinova, M., Leopold, H., & Mendling, J. (2015). An Explorative Study for Process Map Design. In S. Nurcan & E. Pimenidis (Eds.), *Information Systems Engineering in*

*Complex Environments* (pp. 36–51). Springer International Publishing.

[https://doi.org/10.1007/978-3-319-19270-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-19270-3_3)

Minitab. (2024). *Paquete de software de herramientas estadísticas y de análisis de datos* |

Minitab. <https://www.minitab.com/es-mx/products/minitab/>

Mohamud, I., Kafi, M., Shahron, S., Zainuddin, N., & Musa, S. (2023). The Role of Warehouse Layout and Operations in Warehouse Efficiency: A Literature Review.

*Journal Européen Des Systèmes Automatisés*, 56, 61–68.

<https://doi.org/10.18280/jesa.560109>

Montoya Gutiérrez, L. A., & Paredes Montero, O. W. (2023). *Propuesta de mejora del sistema de almacenamiento y distribución interna (Lay-out) de las bodegas de una empresa dedicada a la venta y distribución al por mayor de insumos gráfico*. 147.

Nallusamy, S., Balaji, R., & Sundar, S. (2017). Proposed Model for Inventory Review Policy through ABC Analysis in an Automotive Manufacturing Industry. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 29, 165–174.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/jera.29.165>

Ocupa Saavedra, S. J. (2018). Gestión de procesos en el almacén de una empresa constructora en Lima. *Universidad Privada Norbert Wiener*.

<https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/2071>

Pandya, B., & Thakkar, H. (2016). *A Review on Inventory Management Control Techniques: ABC-XYZ Analysis*. <https://restpublisher.com/wp-content/uploads/2016/09/A-Review-on-Inventory-Management-Control-Techniques-ABC-XYZ-Analysis.pdf>

Ribino, P., Cossentino, M., Lodato, C., & Lopes, S. (2018). Agent-based simulation study for improving logistic warehouse performance. *Journal of Simulation*, 12(1), 23–41.

<https://doi.org/10.1057/s41273-017-0055-z>

Richards, G. (2017). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*. Kogan Page Publishers.

- Ruíz Aguilar, R. E., & Escutia Serrano, J. (2019). *Sistemas de Control Interno*.  
[http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/20172/contaduria/4/apunte/1461\\_30096\\_A\\_Sistemas\\_contro\\_interno\\_V1.pdf](http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/20172/contaduria/4/apunte/1461_30096_A_Sistemas_contro_interno_V1.pdf)
- Shyshkin, V., Onyshchenko, O., & Cherniak, K. (2020). Modern approaches to warehouse logistics management. *Management and Entrepreneurship: Trends of Development*, 2(12), Article 12. <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2020-2/12-08>
- Spiliotis, E., Makridakis, S., Semenoglou, A.-A., & Assimakopoulos, V. (2022). Comparison of statistical and machine learning methods for daily SKU demand forecasting. *Operational Research*, 22(3), 3037–3061. <https://doi.org/10.1007/s12351-020-00605-2>
- Terzolo, M. S. (2014). *Aplicación de la teoría de los Grupos de Interés (Stakeholders) en una empresa*. <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/2074/1/terzolo.2014.pdf>
- Tippayawong, K. Y., Sopadang, A., & Patitad, P. (2013). *Improving Warehouse Layout Design of a Chicken Slaughterhouse using Combined ABC Class Based and Optimized Allocation Techniques*.
- Torres, P. I. M., Paz, I. K., & Salazar, I. F. G. (2019). *MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA UNA INVESTIGACIÓN. 03*.  
<http://148.202.167.116:8080/jspui/bitstream/123456789/2817/1/M%c3%a9todos%20de%20recolecci%c3%b3n%20de%20datos%20para%20una%20investigaci%c3%b3n.pdf>
- Ullrich, O., & Lückerrath, D. (2017). An Introduction to Discrete-Event Modeling and Simulation. *SNE Simulation Notes Europe*, 27(1), 9–16.  
<https://doi.org/10.11128/sne.27.on.10362>
- Vergara, V., & Eugenia, M. (2017). LOS MANUALES DE PROCEDIMIENTOS COMO HERRAMIENTAS DE CONTROL INTERNO DE UNA ORGANIZACIÓN. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(3), 247–252.

Wild, T. (2017). *Best Practice in Inventory Management* (3rd ed.). Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9781315231532>

Yin, L. (2013). *Managing Out-Of-Stocks and Over-Stock Occurrences in Supermarket Stores: A Case Study in Singapore*.

Ziyadin, S., Sousa, R. D., Suieubayeva, S., Yergobek, D., & Serikbekuly, A. (2020).

Differentiation of logistics services on the basis ABC analysis. *E3S Web of Conferences*, 159, 04034. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015904034>