

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS

*“DISEÑAR EL LAYOUT DE UNA BODEGA FERRETERA
UBICADA EN DURAN PARA ALMACENAR Y DISTRIBUIR
CORRECTAMENTE LOS PRODUCTOS (PERIODO
2022)”*

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero/a en logística y transporte

Presentado por:

OVIEDO COELLO MARTHA DOMENICA
NAULA NAULA DAVID JONATHAN

GUAYAQUIL- ECUADOR

Año: 2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria, en especial a mi padre y madre que fueron el motor para seguir adelante. A mis hermanos y hermanas que siempre me dieron consejos y fueron un soporte incondicional. A mis amigos por los buenos momentos.

Y sobre todo agradezco infinitamente a Dios, por darme las fuerzas y voluntad para lograr esta meta.

David Jonathan Naula Naula

Agradezco principalmente a Dios por darme sabiduría todos estos años, a mi papá Javier y mi mamá Martha por siempre brindarme su amor y apoyo, a mi tía Ximena por sus consejos y palabras de aliento, a mi familia que siempre estuvo presente y a todas las personas que en algún momento estuvieron en este camino alentándome a seguir.

Un agradecimiento especial al Ing. Keller Herrera por brindarme su ayuda estos meses para poder lograr esta meta.

Martha Domenica Oviedo Coello

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución: David Naula y Martha Oviedo damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



David Naula Naula



Martha Oviedo Coello

EVALUADORES

Msc. David de Santis

PROFESOR DE LA MATERIA

Msc. Xavier Toledo

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Una empresa ferretera presenta problemas en los procesos de almacenamiento y despachos de pedidos, debido a que su bodega actual no cuenta con espacio suficiente. La empresa dispone de un terreno de 500 m² y su objetivo principal es construir una nueva bodega con un buen layout que mejore sus procesos. Para el desarrollo de la solución se presentaron dos propuestas de layout; para la propuesta I el layout tiene flujo en U y para la propuesta II el layout tiene flujo lineal. Previamente fue necesario recopilar información de los todos los skus de la empresa y su historial de venta de los años 2020, 2021 y primer trimestre del 2022, con esta información se procedió a realizar su categorización por familias y su clasificación ABC para realizar ambas simulaciones en Flexsim. Comparando ambas propuestas dio como resultados que la propuesta I recorre 2.171 m menos y es 15% más rápida al momento de despachar los pedidos que la propuesta II por lo tanto la propuesta I es la más eficiente.

Palabras Clave: Layout, Simulación, Clasificación ABC, despacho de pedidos.

ABSTRACT

A hardware company presents problems in the processes of storage and dispatch of orders, due to the fact that its current warehouse does not have enough space. The company has a 500 m² plot of land and its main objective is to build a new warehouse with a good layout that improves its processes. For the development of the solution, two layout proposals were presented; for proposal I the layout has a U-shaped flow and for proposal II the layout has a linear flow. Previously, it was necessary to collect information on all the company's skus and their sales history for the years 2020, 2021 and the first quarter of 2022, with this information they were categorized by families and their ABC classification to perform both simulations in Flexsim. Comparing both proposals, the results were that proposal I travels 2,171 m less and is 15% faster when dispatching orders than proposal II, therefore proposal I is the most efficient.

Keywords: Layout, Simulation, ABC classification, order dispatch.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Diagrama de Ishikawa	2
1.3. Justificación del problema	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Marco teórico	5
1.5.1. Warehouse Layout Desing for an Automotive Raw Material Supplier	5
1.5.2. Reestructuración de layout de la zona de picking en una bodega industrial	6
1.5.3. Propuesta de diseño de layout para la empresa, “La bodega Terracafe”	6
1.6. Definición de Términos básicos	7
CAPÍTULO 2	11
2. METODOLOGÍA	11
2.1. Diseño de la solución	11
2.2. Plan de trabajo	11
2.2.1. Levantamiento de información	11
2.2.2. Análisis de la información levantada	11
2.2.3. Elaboración del diseño del layout de una bodega para empresa ferretera	12
2.2.4. Simulación de los diseños	12

2.2.5.	Análisis de resultados	12
2.3.	Análisis de la información recopilada	12
2.3.1.	Entrevista semiestructurada	12
2.3.2.	Información relevada de registros históricos	13
2.4.	Diseño de los layout propuestos	14
2.5.	Simulación de los diseños	18
2.5.1.	Software utilizado	18
2.5.2.	Construcción de los modelos de simulación.	19
2.6.	Consideraciones éticas y legales	26
2.7.	Cronograma de trabajo.	27
CAPÍTULO 3	27
3.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	27
3.1.	Layout de las propuestas	27
3.1.1.	Propuesta I	27
3.1.2.	Propuesta II	28
3.2.	Clasificación ABC de los productos.	29
3.3.	Resultado de las simulaciones	32
3.4.	Comparación de resultados	38
3.5.	Análisis financiero.....	40
CAPÍTULO 4	41
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
CAPÍTULO 5	44
5.	Bibliografías y Referencia	44

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Diagrama de Ishikawa.....	2
Ilustración 2: Zonas del almacén.....	8
Ilustración 3: Montacarga.....	9
Ilustración 4: Transpaletas	9
Ilustración 5: Distribución para flujo en U	10
Ilustración 6: Distribución para flujo lineal	10
Ilustración 7: Imagen real de la Bodega	13
Ilustración 8: Gaveta	15
Ilustración 9: Carrito de bodega	15
Ilustración 10: Estantería para propuesta I.....	16
Ilustración 11: Estantería para propuesta II.....	17
Ilustración 12:Dimensiones de estanterías propuesta I	19
Ilustración 13:Dimensiones de estanterías propuesta II	19
Ilustración 14:Source de entrada de productos y de inv. Inicial	20
Ilustración 15:Configuración del source de entrada de productos	20
Ilustración 16:Panel Trigger	20
Ilustración 17:Conexiones del Queue 1 con los source y estanterías propuesta I	21
Ilustración 18: Conexiones del Queue 1 con los source y estantería propuesta II	21
Ilustración 19:Panel Output.....	22
Ilustración 20:Conexiones del Queue1 con el dispatcher y operadores	22
Ilustración 21:Panel Source de pedidos	22
Ilustración 22:GobalTable1 de pedidos	23
Ilustración 23:Conexiones del Queue2 con el combiner y estanterias propuesta I.....	23
Ilustración 24:Conexiones del Queue2 con el combiner y estanterias propuesta II.....	24
Ilustración 25:Conexiones del dispatcher con las estanterias propuesta II	24
Ilustración 26:Conexiones del dispatcher con las estanterias propuesta II	24
Ilustración 27:Conexiones del combiner, zona de despacho, taskExecuter y sink	25
Ilustración 28:Simulación Propuesta I layout U	25
Ilustración 29:Simulación Propuesta II layout lineal.....	25
Ilustración 30:Diagrama de flujo de las simulaciones	26
Ilustración 31:Cronograma de trabajo	27
Ilustración 32:Diseño de layout en U en AutoCAD	28
Ilustración 33:Diseños de layout lineal en AutoCAD.....	29
Ilustración 34:Zonificación de layout en U con clasificación ABC	30
Ilustración 35:Zonificación de layout lineal con clasificación ABC	31

Ilustración 36:Distribución de los datos de llegada Utilizando la herramienta ExpertFit	32
Ilustración 37: Cantidad de productos recibidos y despachados	32
Ilustración 38:Distancia recorrida de los operadores zona recepción bodega actual	33
Ilustración 39:Distancia promedio recorrida de los operadores de la zona de despacho bodega actual	33
Ilustración 40:Tiempo que se completa un pedido bodega actual	33
Ilustración 41:Distancia recorrida de los operadores zona recepción propuesta I	34
Ilustración 42:Distancia recorrida de los operadores zona de despacho propuesta I	34
Ilustración 43:Tiempo que se completa un pedido propuesta I	34
Ilustración 44: Porcentaje de utilización de almacenamiento de estanterías propuesta I	35
Ilustración 45: utilización de operadores propuesta I	35
Ilustración 46:Distancia recorrida de los operadores zona de recepción propuesta II	36
Ilustración 47:Distancia recorrida de los operadores zona de despacho propuesta II	36
Ilustración 48:Tiempo que se completa un pedido propuesto II	36
Ilustración 49:Porcentaje de utilización de almacenamiento de estanterías propuesta II	37
Ilustración 50:utilización de operadores propuesta II	37
Ilustración 51:Comparacion de distancias recorrida, propuesta I, propuesta II, bodega actual	38
Ilustración 52: Comparación de tiempo promedio para completar y entregar pedidos, propuesta I, propuesta II, Bodega actual	39
Ilustración 53: Comparación de utilización de estanterías propuesta I y propuesta II	39

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sku por familias	14
Tabla 2: Propuesta I	16
Tabla 3: Propuesta II	17
Tabla 4: Costos de obra civil para ambas propuestas	40
Tabla 5:Costos de equipamiento para la propuesta I	40
Tabla 6:Costos de equipamiento para la propuesta II	41
Tabla 7:Total de inversión para cada propuesta	41
Tabla 8: Análisis de inversión para cada propuesta	41

GLOSARIO

ESTANTERIAS	Estructura donde se almacena mercancías.
FLEXSIM	Software que permite simular procesos
STOCK	Cantidad de productos almacenados en una empresa
LAYOUT	Esquema de distribución de elementos
PALLET	Estructura para mover cargas

SIMBOLOGIA

m Metro

m^2 Metro cuadrado

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La logística juega un papel muy importante en todas las empresas del Ecuador, pero hasta antes del siglo 21, solo fue desarrollado en ciertas áreas, como por ejemplo el área de transporte, un ejemplo claro es el caso de la empresa CENSOLO S.A., que, a pesar de ser una empresa con éxito, contaba con problemas en su sistema de almacenamiento, y requerían conocimientos técnicos logísticos para una nueva redistribución y layout de su bodega. Con el pasar de los años las empresas empezaron a usar una logística integral, con la cual ganaron ventajas competitivas, provocando que este tema tome mucha fuerza e importancia a nivel nacional. En la actualidad toda empresa aplica conocimientos logísticos para mejorar el desempeño de diversos eslabones de la cadena de suministros: transporte, abastecimiento, almacenamiento, entre otros.

En este proyecto de titulación nos enfocaremos en el área de la bodega de una empresa ferretera, donde aplicaremos todos los conocimientos adquiridos de la carrera logística y transporte, mejorando los niveles de inventarios, ordenando los productos en una clasificación ABC, seleccionando el sistema de almacenamiento efectivo y desarrollando el diseño de layout de la bodega con el objetivo de maximizar su espacio de almacenamiento y rendimiento.

1.1. Descripción del problema

A lo largo de los años, la comercialización de productos ferreteros ha crecido lo que ha causado que la empresa aumente su stock y agregue nuevos productos para satisfacer la demanda. Debido a esto la bodega ha comenzado a presentar problemas ya que la bodega actual no cuenta con suficiente espacio para almacenar correctamente los productos.

Las herramientas utilizadas para levantar información fueron:

Entrevista al actor clave: que consiste en realizar una entrevista al jefe de bodega para entender los problemas que se están generando dentro de la misma.

Observador incógnito: Una persona observaba el trabajo de la bodega, tomando apuntes de las principales novedades que ocurrían.

Aplicando las herramientas para levantar información, se puede evidenciar problemas como: falta de espacio, escasez de estanterías, ineficiente control de inventario e incorrecta distribución y clasificación de los productos, lo que causa demoras al momento de despachar los pedidos.

1.2. Diagrama de Ishikawa

El siguiente diagrama de Ishikawa refleja los problemas que tiene la bodega al no tener espacio suficiente y una incorrecta distribución de los productos.

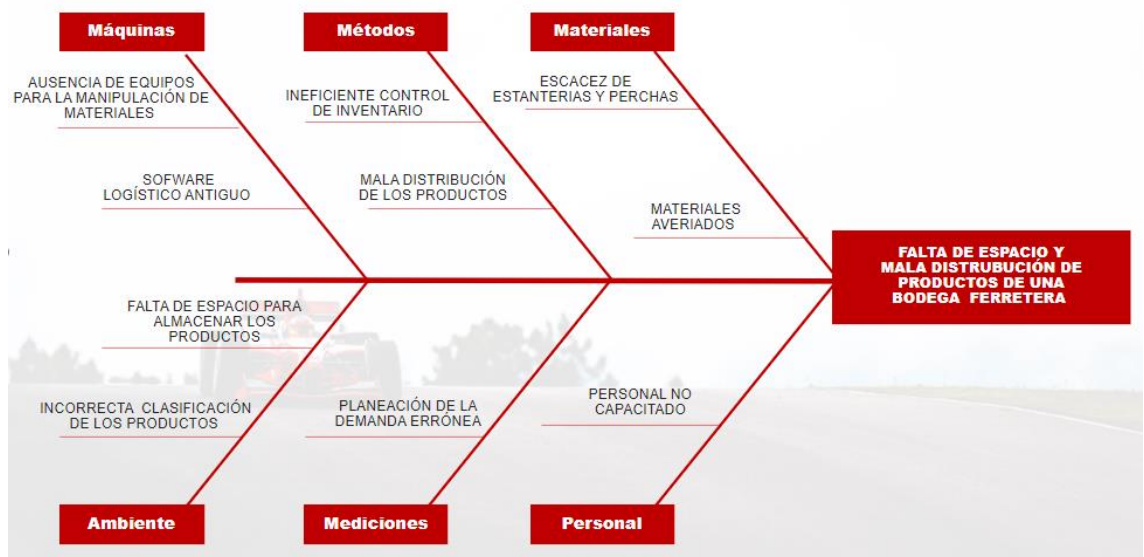


Ilustración 1: Diagrama de Ishikawa

Ilustración 1: Diagrama de Ishikawa de falta de espacio y mala distribución de productos de una bodega ferretera

A continuación, describiremos las causas de los problemas que se generan en la bodega.

Materiales:

Causa: Falta de estanterías y perchas

La falta de estanterías provoca que los productos se almacenen en el piso.

Causa: Materiales averiados

No hay donde ubicar los productos averiados por lo tanto se apilan en un espacio en la bodega.

Métodos:

Causa: Mal control de inventario.

Un inadecuado manejo de inventario provoca que haya un descuadre en el inventario.

Causa: Mala distribución de los productos

Mayores tiempos de despacho.

Maquinas:

Causa: Falta de equipos para la manipulación de materiales.

La falta de equipos de manipulación provoca retrasos al momento de almacenar o despachar los productos.

Causa: software logístico antiguo.

Al no ser un software amigable, ocasiona que no se obtenga todo el provecho que un software debe darle a una bodega como un Warehouse management system.

Ambiente:

Causa: Falta de espacio para almacenar los productos.

Al no tener espacio suficiente la mercadería se amontona en el piso.

Causa: Falta de clasificación de los productos

Falta de clasificación de productos provoca que estén desorganizados sin índice de rotación.

Mediciones:

Causa: Falta de planeación de la demanda.

Ocurre cuando no se lleva un control de las compras lo que ocasiona que exista un sobre stock.

Personal:

Causa: Falta de capacitación

El personal no está capacitado para la administración técnica de una bodega.

1.3. Justificación del problema

La razón de desarrollar el layout para una nueva bodega de una empresa ferretera es debido a la falta de espacio en la bodega, ya que los productos se encuentran unos sobre otros, en los pisos de los pasillos y está muy desordenado. Este proyecto beneficiara directamente a la empresa, ya que está en constante crecimiento, los resultados serían el correcto flujo de los productos, así como su adecuado almacenamiento y su clasificación, como también la cantidad de estanterías necesarias, sus respectivos equipos de manipulación y transporte interno. Que darán como resultados generales: menores tiempos de despacho, mejor almacenamiento de productos y un aumento económico para la empresa.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Diseñar el layout de una bodega aplicando conocimientos logísticos y de optimización para mejorar sus procesos operacionales de una empresa ferretera.

1.4.2. Objetivos específicos

- Levantar información sobre los principales problemas que tiene la bodega con los procesos logísticos para realizar su respectivo análisis.
- Realizar la respectiva clasificación ABC de los productos para el reordenamiento dentro de la bodega y calcular el número de estanterías necesarias.
- Elaborar el diseño del layout de la bodega con su respectiva simulación para obtener una visualización del correcto almacenaje y distribución de los productos.

1.5. Marco teórico

Este proyecto toma como referencia 3 trabajos relacionados.

1.5.1. Warehouse Layout Desing for an Automotive Raw Material Supplier

(Kitpipit, 2017) Divide el diseño en dos fases, la primera fase es la agrupación de categorización de productos, en esta fase se clasifican los productos en dos grupos para dos almacenes, la segunda fase se diseña los layouts de dos almacenes y las ubicaciones de los productos.

Se establecen tres formas para asignar la mercadería, forma aleatoria, por su rotación y por volumen de ventas por la clase de mercancías, llegando a una conclusión que la distribución de productos basada por su rotación tiene menor tiempo de viajes, mientras que la asignación por clasificación tiene mejores resultados ya que reduce el tiempo total de operación.

En este proyecto se quiere realizar la correcta clasificación de los productos según su rotación, el autor argumenta que la correcta clasificación de los productos basada en su rotación reduce el tiempo de operación, por lo tanto, la metodología escogida es factible para este proyecto.

1.5.2. Restructuración de layout de la zona de picking en una bodega industrial

(Darío Arango Serna et al., n.d.) La finalidad del estudio es disminuir los tiempos de preparación de pedidos para dar un mejor servicio por lo tanto se requiere mejorar los procesos de distribución y picking de la bodega.

La actividad primordial es reducir los costos de operación por ende se necesita optimizar los espacios de almacenamiento, y para eso aplican el modelo de Bassan, el cual está limitado a varias suposiciones las cuales son que los materiales están almacenados con acceso doble, la bodega es de forma rectangular, los pasillos son amplios entre las estanterías y a lo largo de las paredes, los materiales ingresan por medio de una o varias puertas ubicadas en el centro de una pared del almacén y son retirados por una pared de lado contrario, la altura y los niveles de las estanterías son independientes con la distribución de las estanterías con respecto al piso.

El proyecto utilizará esta metodología ya que busca determinar el número óptimo de espacios y estanterías para el almacenamiento, buscando minimizar los espacios requeridos, así también como las dimensiones de largo y ancho del almacén.

1.5.3. Propuesta de diseño de layout para la empresa, “La bodega Terracafe”

Borras y García. (2016). (Trabajo de grado, Pontificia universidad Javeriana Bogotá) La investigación propone mejorar las operaciones logísticas de una bodega optimizando el espacio y facilitando el acceso de carga y descarga de productos, para esto se basaron en cinco fases.

La primera fase se realiza un estudio para diagnosticar el estado de la bodega, segunda fase se utiliza el método ABC para clasificar los productos basándose en su volumen de ventas, la tercera fase se dividió a los productos en productos sin pronósticos, estacionales y no estacionales, la cuarta fase se plantea un layout de la bodega, la quinta fase se estimaron los costos totales que la empresa se ahorraría al implementar este modelo.

En este proyecto se requiere recolectar información del estado actual de la bodega para así realizar una clasificación ABC de los productos y poder distribuirlos correctamente para así diseñar el layout ideal que necesita la empresa para reducir sus tiempos de operación, por lo tanto, la metodología escogida es factible.

1.6. Definición de Términos básicos

Layout de una bodega

Es la manera que está distribuida la bodega sobre un plano, debe estar alineado con los objetivos de la empresa y solucionar las necesidades actuales y futuras.

- Debe optimizar el espacio disponible.
- Facilitar el acceso a la mercadería.
- Reducir el tiempo de desplazamiento con el montacargas.
- Facilitar el control del stock existente.

Stock

La cantidad de mercadería que se encuentra almacenado para ser vendido.

Clasificación del inventario

El método ABC consiste en clasificar la mercadería en 3 categorías A, B y C, utilizando como criterio la rotación de productos, donde la mercadería de que pertenecen a la categoría A son los más rotan, y la mercadería de la categoría C son los que menos rotan.

Los productos pertenecientes a la categoría A, son aquellos que tienen más rotación y aportan un 80% de los ingresos de la empresa por lo tanto serán ubicados en una zona que tenga mayor disponibilidad.

Los productos pertenecientes a la categoría B son aquellos que tienen una rotación moderada y aportan el 15% de ingresos a la empresa, se deben revisar su estatus periódicamente ya que existe la posibilidad que se conviertan en categoría A o en C.

Los productos pertenecientes a la categoría C son aquellos que tienen una rotación muy baja y los ingresos a la empresa llegan al 5%.

Zonas del almacén



Ilustración 2: Zonas del almacén

Nota. Ilustración de funcionamiento de las zonas de una bodega. Tomada de (Gesprolog, 2022)

Zonas de carga y descarga

Es el espacio en el almacén destinada a la carga y descarga de mercancía de los camiones.

Zona de recepción

Es el espacio donde los productos son almacenados temporalmente para su posterior clasificación y control de calidad.

Zona de almacenamiento

Es el espacio dedicado para almacenar la mercadería desde su llegada hasta su despacho, la mercancía puede ser almacenada a nivel piso o en estanterías, las estanterías dependen del tipo de mercancía mientras a nivel de piso no importa su naturaleza.

Zona de picking

Es la zona dedicada donde los operarios preparan de los pedidos, está ubicada cerca de la zona de carga.

Zona de despacho

Es el espacio donde se encuentran los pedidos preparados listos para cargar a los camiones.

Montacarga

Vehículo que sirve para cargar y transportar materiales de gran peso y tamaño.



Ilustración 3: Montacarga

Nota. Ilustración de un montacarga. Adaptada de (Raymond, 2022)

Transpaletas

Vehículo capaz de mover objetos pesados a nivel del suelo.



Ilustración 4: Transpaletas

Nota. Ilustración de un transpaleta manual. Tomada de (Disset Odiseo, 2019)

Distribución para flujos en U

La zona de recepción y despacho de la mercadería se encuentran en la misma área, optimiza los recorridos y permite ampliaciones futuras.

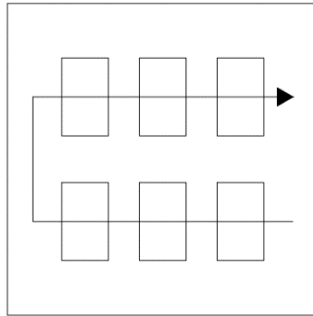


Ilustración 5: Distribución para flujo en U

Nota. Ilustración 5 Autoría propia.

Distribución para flujos lineal

La zona de recepción y despacho de pedidos se encuentran alejadas entre ellas. Tiene fácil acceso en ambos lados

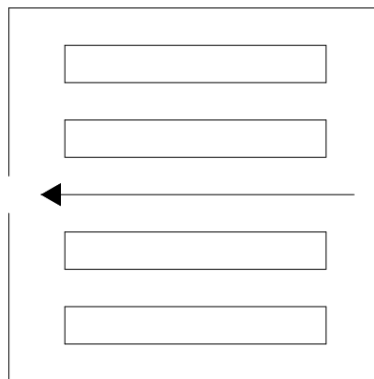


Ilustración 6: Distribución para flujo lineal

Nota. Ilustración 6 Autoría propia.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de la solución

Para desarrollar este capítulo se recopiló información mediante entrevistas a personas clave en la bodega, visitas y datos de la propia empresa. Con estos datos se realizó el respectivo análisis ABC de los productos de cada familia por su rotación para así establecer el correcto almacenamiento de los productos, posteriormente se diseñó dos modelos de layout para encontrar el más eficiente y reducir los tiempos de despacho de la nueva bodega, finalmente se realizó la simulación de cada uno de ellos para validar los layout y determinar cuál es la mejor propuesta.

2.2. Plan de trabajo

Se detallan las siguientes actividades que se realizaron para cumplir con los objetivos propuestos, se presenta la planificación de las de actividades para realizar este proyecto con su respectivo tiempo en días, mediante una ilustración.

2.2.1. Levantamiento de información

- Reunión con el jefe de bodega para profundizar más sobre la problemática a resolver.
- Visitar la bodega de la empresa para observar los procesos operativos, diagnosticar las necesidades que tiene la misma e identificar los principales problemas.
- Segunda reunión con el personal y jefe de bodega para la obtención de datos de los años 2020, 2021 y el primer trimestre del 2022 para la respectiva clasificación de los productos según su rotación.

2.2.2. Análisis de la información levantada

- Análisis y clasificación de la data del Excel que fue proporcionada.

- Categorización de los productos.
- Determinación de los índices de rotación.
- Cálculo de mínimos y máximos.
- Clasificación de los productos según su índice de rotación.

2.2.3. Elaboración del diseño del layout de una bodega para empresa ferretera

- Análisis de las características para los diseños.
- Distribución de las zonas de operación.
- Cálculos para determinar la cantidad de estanterías para la bodega.
- Distribución de los productos según su clasificación.

2.2.4. Simulación de los diseños

- Construcción de ambos modelos en 3D.
- Adaptación de los modelos a la realidad.
- Ejecución de los modelos.

2.2.5. Análisis de resultados

2.3. Análisis de la información recopilada

La información levantada se obtuvo mediante varias modalidades las cuales se mencionan a continuación.

2.3.1. Entrevista semiestructurada

Se realizó una serie de preguntas a los actores claves de bodega para obtener información de los procesos operativos con los cuales se la maneja. Las personas entrevistadas fueron el jefe de bodega y los operadores. La información obtenida de la entrevista con el jefe de bodega ayudo a tener una visión más amplia a la problemática.

Con el fin de profundizar más sobre la problemática, se realizó una segunda entrevista a los operarios, a los cuales se les pidió explicar detalladamente los procesos desde que ingresan los productos hasta el despacho de los pedidos en la bodega. La información obtenida de esta

entrevista fue clave para entender el flujo de mercaderías y crear el diseño del nuevo layout.

2.3.2. Información relevada de registros históricos

La bodega actual tiene un área de 150 m^2 en total, 15m de ancho y 10m de largo, la cual, el área de almacenamiento de los productos es de 140 m^2 y el área de recepción de materiales y despachos de pedidos, que es el mismo, es de 10 m^2 . Se pudo observar que algunos de los productos son almacenados en el suelo de los pasillos y otros si estaban almacenados en estanterías.



Ilustración 7: Imagen real de la Bodega

La operación de la bodega actual de la recepción de materiales se los realiza los 5 días a la semana y el lead time es de 7 días, eso depende de cada proveedor. Para la recepción, se verifican que las cantidades a recibir sean las correctas y que lleguen en buen estado, para luego almacenarlas en las estanterías o en el pasillo. Para la operación de despacho de pedidos, se revisa la orden y se realiza la búsqueda de los productos, para luego consolidarlo y entregar los productos.

La información brindada fue de los años 2020, 2021 que a pesar de la pandemia no fue afectada y el primer trimestre del 2022, de los cuales se obtuvo un total de 349 SKU, la cantidad promedio de stock, las ventas mensuales de cada uno de los productos y las ordenes de ventas que se despacharon desde abril 2021 hasta marzo 2022.

Se realizó la categorización correcta de los productos, que consistió en clasificarlas en familias, las cuales fueron 3, que son; Accesorios Ranurados, Accesorios de hierro roscado y válvulas. En la siguiente tabla se muestran en la cantidad de sku por familias.

FAMILIAS	SKU
ACCESORIOS RAN	66
ACCESORIOS HIERRO ROSCADO	248
VALVULAS	35

Tabla 1 Sku por familias

Nota. Tabla 1 autoría propia

Una vez realizada la categorización, con la cantidad de ventas mensuales de los años mencionado se procedió a realizar la clasificación ABC de los productos.

2.4. Diseño de los layout propuestos

Uno de los objetivos de este proyecto es seleccionar un layout de las dos propuestas, para poder realizar un análisis de resultados y decidir cuál de los dos diseños es el más eficiente para satisfacer las necesidades de la empresa ferretera como la falta de espacio y estanterías, y una mala distribución de los productos dentro la bodega.

Para el diseño de los layout se tomaron en consideración la clasificación de los productos, su categorización, su rotación y el área de 500 m².

Los productos son almacenados en bandejas de almacenamiento, las cuales tienen una dimensión de 80 cm de largo; 60 cm de ancho; y 50 cm de alto. Para obtener las dimensiones de las estanterías se utilizó las dimensiones

de las bandejas en cada propuesta. En ambas propuestas se consideró que los productos se los traslada en carritos de bodegas.



Ilustración 8: Gaveta

Nota. La gaveta de almacenamiento. Adaptada de (Inplass, 2022)



Ilustración 9: Carrito de bodega

Nota. El carrito de bodega tiene las siguientes dimensiones: 125 cm de largo; 80 cm de ancho; y 100 cm de alto. Adaptada de (Disset Odiseo, 2019)

La propuesta I, es un layout con flujo en U, el 92 % es el área de almacenamiento, este porcentaje incluye el área de los pasillos necesarios para tener un buen flujo de productos y se realicen las operaciones correctamente. La zona de recepción y despacho representan el 8% del área de bodega. Para esta propuesta las estanterías tienen 3 niveles y en cada nivel tiene una

capacidad de 8 cajas, las dimensiones de las estanterías son de 1.80 metros de largo, 1.40 metros de profundidad y 2.50 metros de altura.

PROPUESTA I	
AREA	SUPERFICIE
Total	500 m ²
Area de almacenamiento en rack	170 m ²
Area de pasillos	290 m ²
Area de recepcion y despacho	40 m ²

Tabla 2: Propuesta I



Ilustración 10: Estantería para propuesta I

Nota. La estantería cuenta con las siguientes dimensiones: 180 cm de largo; 140 cm de profundidad; y 2.50 cm de alto. Adaptada de (Mecalux, 2022)

La propuesta II, es un layout con flujo lineal, el 91% se destinó como área de almacenamiento de productos incluyendo los pasillos necesarios para realizar correctamente las operaciones, mientras la zona de recepción y despacho representa el 9% del área de bodega. Para este caso las estanterías tienen 4 niveles y en cada nivel tiene una capacidad de 6 cajas, las dimensiones de las estanterías son de 3.25 metros de largo, 0.9 de profundidad y 3.00 metros de altura.

PROPUESTA II	
AREA	SUPERFICIE
Total	500 m ²
Area de almacenamiento en rack	226.8 m ²
Area de pasillos	228.06 m ²
Area de recepcion y despacho	45.14 m ²

Tabla 3: Propuesta II



Ilustración 11: Estantería para propuesta II

Nota. La estantería cuenta con las siguientes dimensiones: 3.25 cm de largo; 0.90 cm de profundidad; y 3.00 cm de alto. Adaptada de (Milesa, 2022).

Se calculó el stock mínimo y el stock máximos de los productos, tomando el stock máximo como referencia se calculó el área de almacenamiento y la cantidad de estanterías, tomando en cuenta que los productos se almacenaban en cajas.

En ambas propuestas se consideró la misma cantidad de muelles es decir un muelle para la recepción de materiales y un muelle para el despacho de los pedidos.

Se tiene un total de 12 proveedores locales, todos de la ciudad de Guayaquil, que visitan la ferretería entre lunes y viernes; el lead time de los proveedores es de 7 días. Y se realizan los pedidos de los productos a los proveedores dependiendo del desabastecimiento en la bodega.

Con la categorización y la clasificación ABC, se procedió a realizar la zonificación de los layouts, la cual se dividió en 3 zonas para ubicar los productos que son las siguientes:

- En la zona A donde se ubicaron los productos con mayor rotación.
- La zona B donde se ubicaron los productos que tienen una rotación media.
- La zona C donde se ubicaron los productos de baja rotación.

Los productos ubicados en la zona A representan el 7,7% de los Skus y se encuentran ubicados cerca del área del despacho con el fin de agilizar los procesos a la hora de despachar los pedidos.

Los productos de la zona B representan el 14,61%, de los Skus se encuentran ubicados en el área media de la bodega.

Los productos de la zona C representan el 77,65% de los Skus, en el caso de la propuesta I van ubicados en las partes del al fondo de la bodega y en el caso de las propuestas II los productos de la zona C van ubicados cerca de la zona de recepción.

Para realizar la respectiva clasificación ABC se tuvo una data en Excel donde se indicaba el código del producto, descripción de productos y un registro de ventas de cada producto mensualmente, la data fue proporcionada por la empresa; con esta información se procedió a sacar el promedio de ventas por cada año para obtener la frecuencia y con eso se obtuvo la frecuencia acumulada y con la cual se logró la clasificación de los productos.

2.5. Simulación de los diseños

2.5.1. Software utilizado

Se utilizó el programa AutoCAD para realizar el plano de los diseños de layout de la bodega.

Para la simulación se utilizó el programa Flexsim ya que este programa permitió, tener una visualización en 3D, analizar el recorrido de despacho y estimar el tiempo promedio al momento de completar los pedidos.

2.5.2. Construcción de los modelos de simulación.

Por defecto el tiempo de la simulación es en segundos y la dimensión en milímetros.

Inicialmente para la construcción de los layouts empezamos creando las estanterías con el elemento de la librería *warehousing*, a cada estantería se la dimensionó con sus respectivas medidas para cada propuesta.

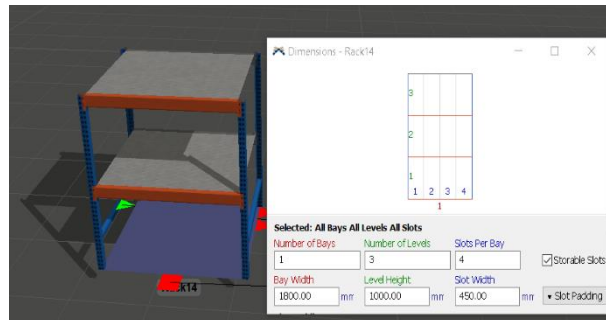


Ilustración 12: Dimensiones de estanterías propuesta I



Ilustración 13: Dimensiones de estanterías propuesta II

Para la recepción de productos de ambas propuestas fue necesario crear dos *source*, el primero para el inventario inicial y el segundo para la llegada de productos por parte de los proveedores ya que estos permiten crear *flowitem* que se muevan en todo el modelo.

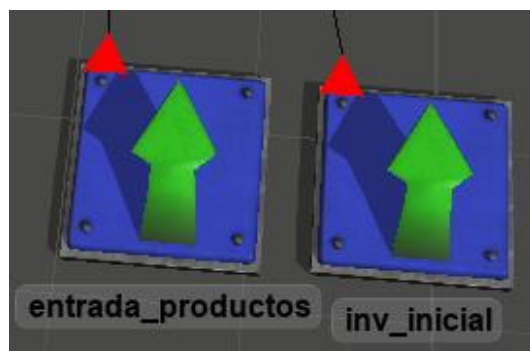


Ilustración 14:Source de entrada de productos y de inv. Inicial

Para el *source* de llegada de productos por parte de los proveedores se configuró sus arribos con la opción *Arrival Schedule* que nos permite ingresar una tabla con la información de en qué tiempo llegan los productos y que cantidades, esta información fue brindada por la empresa, también se definió que la clase de *flowitem* que tendrán los modelos es *box* y un *label* que será la etiqueta llamada producto. El tiempo de arribo para el inventario inicial es cero.

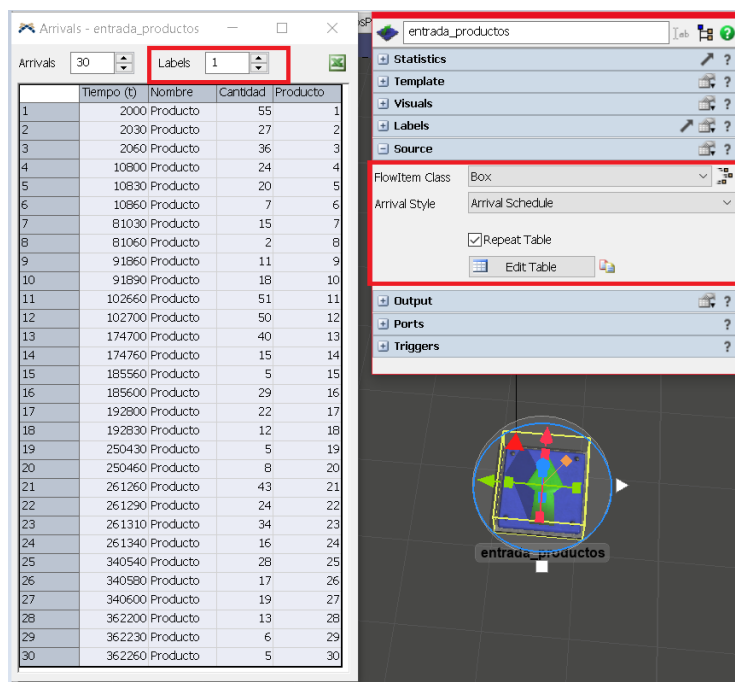


Ilustración 15:Configuración del source de entrada de productos

Se añadió un disparador (*Trigger*) *On creation* y elegimos *set label and color* ya que esta opción permite que la visualización de cada *label* producto tenga un color.

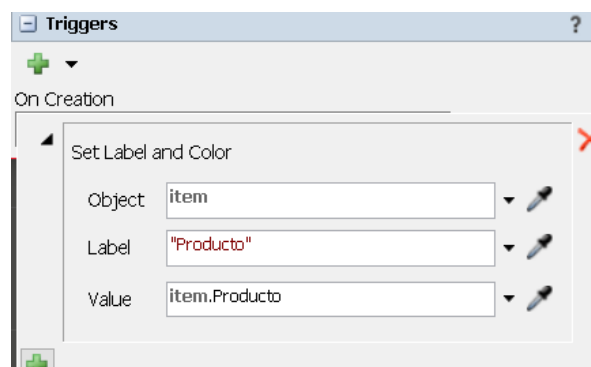


Ilustración 16:Panel Trigger

Los dos *source* están conectados a un *Queue1* que nos permite almacenar momentáneamente los productos que van llegando hasta que son almacenados, este *Queue1* está conectado a cada una de las estanterías y está configurado de tal manera que cada producto que llegue tenga una estantería asignada según su clasificación ABC.

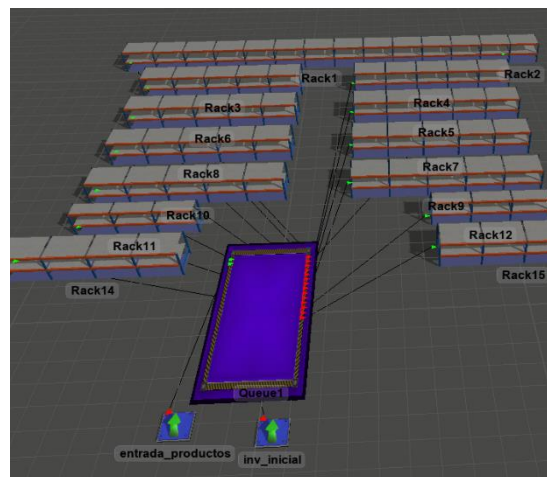


Ilustración 17: Conexiones del Queue 1 con los source y estanterías propuesta I

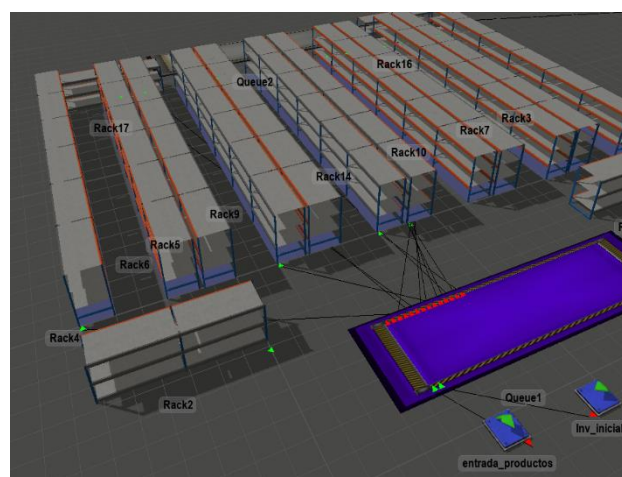


Ilustración 18: Conexiones del Queue 1 con los source y estantería propuesta II

Esto se lo realizo mediante el panel *output* con la propiedad *send to port* en donde se seleccionó la opción *port by case* que nos permite definir cada producto por cual puerto debe salir, es decir a que estantería debe dirigirse.

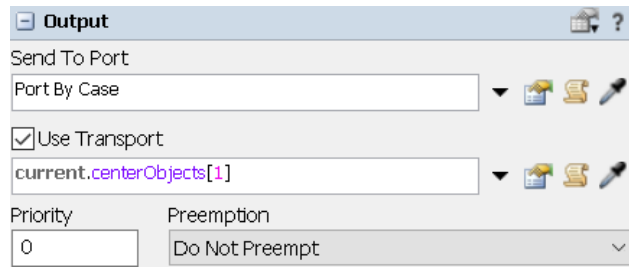


Ilustración 19:Panel Output

El *Queue1* también se lo conecto con un *dispatcher* ya que este permite controlar a un grupo de operadores para que realicen las tareas de recepción de productos.

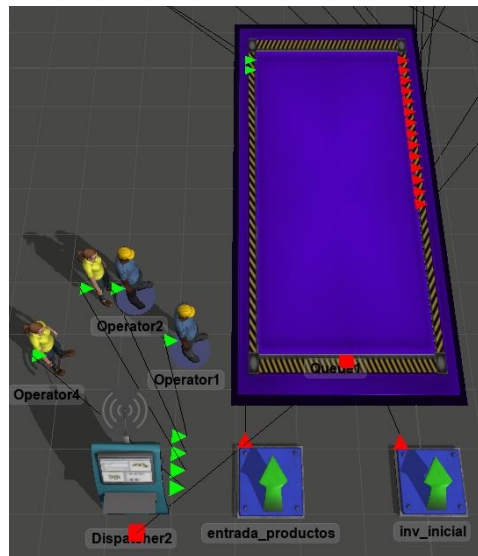


Ilustración 20:Conexiones del Queue1 con el dispatcher y operadores

Para el despacho de productos se agregó un *source* donde salen los pedidos, el *flowitem* utilizado es *Pallet* y para ingresar la información brindada por la empresa se creó un *GlobalTable1*.

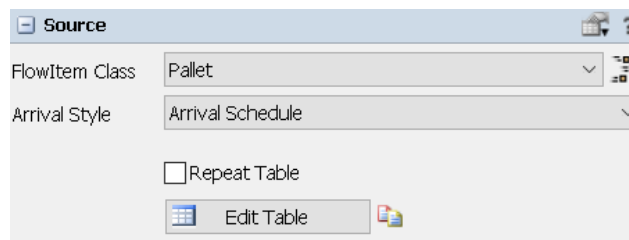


Ilustración 21:Panel Source de pedidos

	Palet Tipo 1	Palet Tipo 2	Palet Tipo 3	Palet Tipo 4	Palet Tipo 5
Producto 1	3	1	1	5	2
Producto 2	0	2	3	0	0
Producto 3	2	2	0	2	1
Producto 4	0	0	0	0	0
Producto 5	0	0	0	0	0
Producto 6	3	0	2	0	0
Producto 7	0	0	0	1	0
Producto 8	0	0	0	1	0
Producto 9	0	0	0	0	2
Producto 10	0	0	0	0	3
Producto 11	0	0	0	0	5
Producto 12	0	0	0	0	6
Producto 13	0	0	0	0	0
Producto 14	0	0	0	0	0
Producto 15	0	0	0	0	0
Producto 16	0	0	0	0	0
Producto 17	0	0	0	0	0
Producto 18	0	0	0	0	0
Producto 19	0	0	0	0	0
Producto 20	0	0	0	0	0
Producto 21	0	0	0	0	0
Producto 22	0	0	0	0	0
Producto 23	0	0	0	0	0
Producto 24	0	0	0	0	0
Producto 25	0	0	0	0	0
Producto 26	0	0	0	0	0
Producto 27	0	0	0	0	0
Producto 28	0	0	0	0	0
Producto 29	0	0	0	0	0
Producto 30	0	0	0	0	0

Ilustración 22:GobalTable1 de pedidos

El *source* pedidos esta conectado a un *Queue 2* donde se almacenan momentáneamente los *pallets*, el *Queue 2* está conectado a un *combiner* donde van los *pallets* para la realización de pedidos.

Cada una de las estanterías está conectada con el *combiner*, el número de conexiones dependerá de la cantidad de referencias de cada estantería, es decir como la estantería 1 puede almacenar dos tipos de productos las conexiones hacia el *combiner* serán dos.

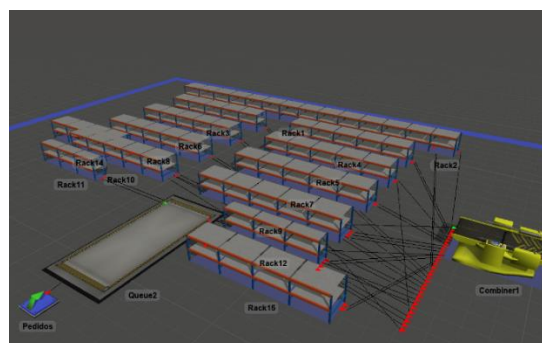


Ilustración 23:Conexiones del Queue2 con el combiner y estanterías propuesta I

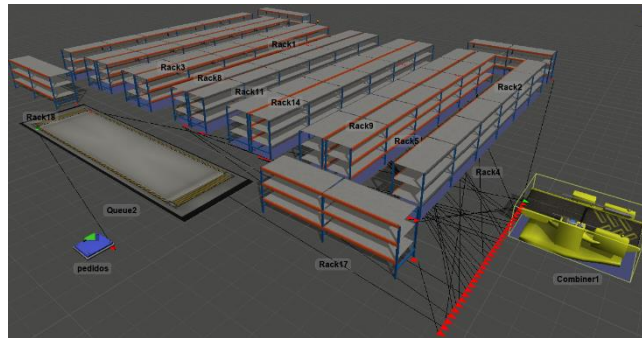


Ilustración 24: Conexiones del Queue2 con el combiner y estanterías propuesta II

Se agrego otro *dispatcher* y se lo conecto con cada uno de las estanterías para que el grupo de operadores asignados al despacho recojan los productos y los trasladen al *combiner*.

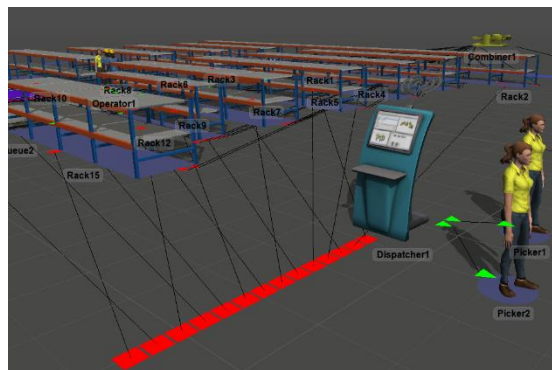


Ilustración 25: Conexiones del dispatcher con las estanterías propuesta II

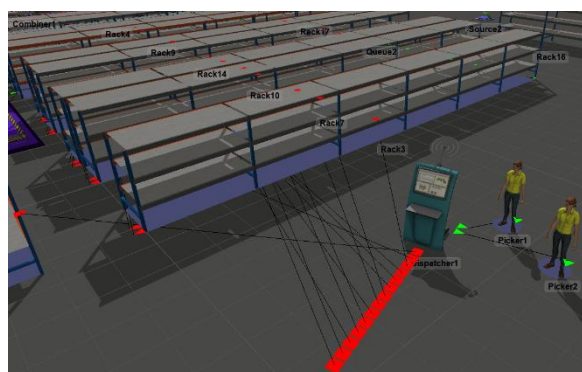


Ilustración 26: Conexiones del dispatcher con las estanterías propuesta II

El *combiner* está conectado con la zona de despacho, la zona de despacho está conectado con el *TaskExecuter* y el *sink*.

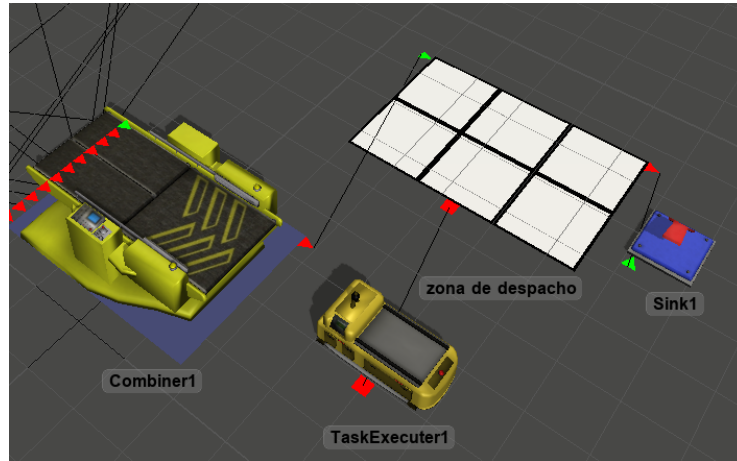


Ilustración 27: Conexiones del *combiner*, zona de despacho, *taskExecuter* y *sink*

Una vez que el pedido este completo, el *pallet* del *combiner* pasa a la zona de despacho y de ahí el *TaskExecuter* los traslada hacia el *sink* ya que este objeto da como finalizado el proceso y se empieza con otro pedido.

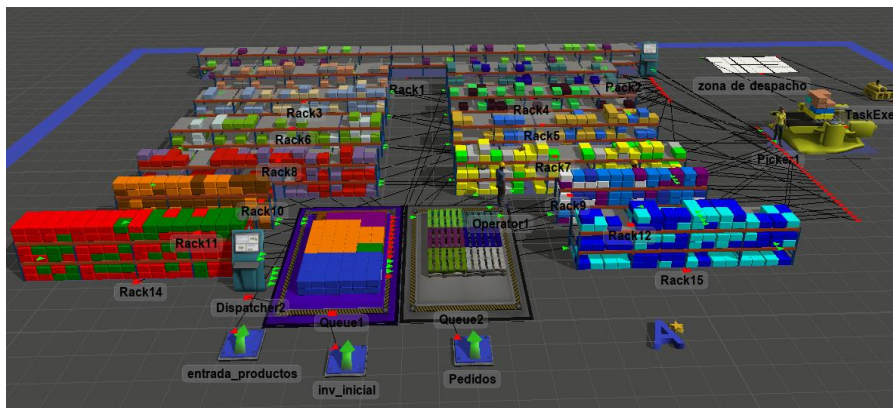


Ilustración 28: Simulación Propuesta I layout U

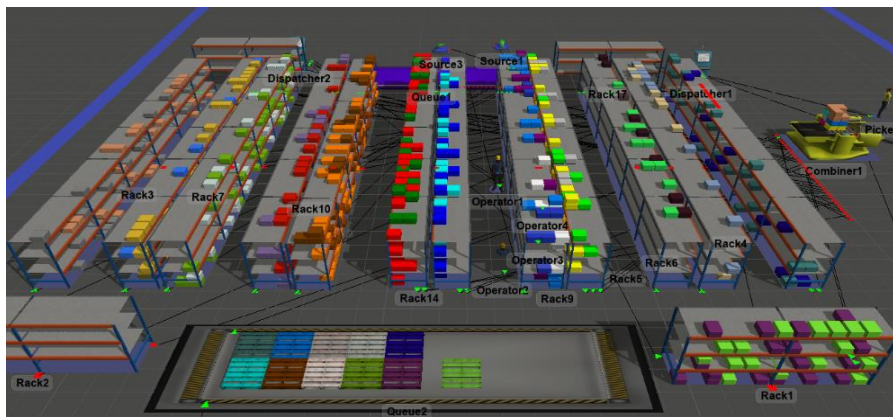


Ilustración 29: Simulación Propuesta II layout lineal

Diagrama de flujo de las simulaciones

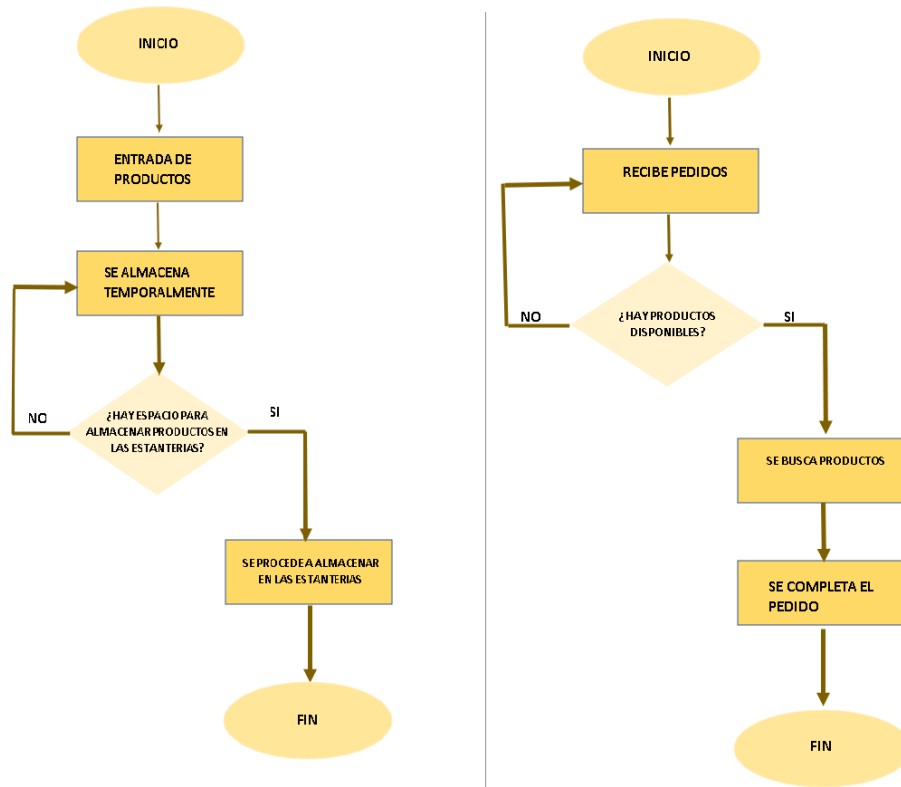


Ilustración 30: Diagrama de flujo de las simulaciones

2.6. Consideraciones éticas y legales

En este proyecto se consideró los espacios necesarios para un correcto funcionamiento de la bodega también, se consideró la norma técnica INEN 754 que se aplican los requisitos de los diversos tipos de puertas cortafuego.

Se firmó un contrato de confiabilidad con la empresa, la cual consiste en que toda la información brindada se maneje de forma discreta y solo para uso del beneficio de la empresa y de los estudiantes.

2.7. Cronograma de trabajo.



Ilustración 31: Cronograma de trabajo

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1. Layout de las propuestas

El layout de las propuestas I y II se lo realizo en el programa AutoCAD, en un área de $500 m^2$ que contiene los espacios de almacenamiento, pasillos y zona de recepción y despacho de los productos.

3.1.1. Propuesta I

El layout de la propuesta I es en flujo en U, tiene una capacidad para 67 estanterías. Las dimensiones de las estanterías tienen una altura de 2.50 m, 1.80 m de largo y una profundidad de 1.4 m, lo que significa que cada nivel de la estantería puede almacenar 2 cajas de profundidad y 2 cajas de largo, que en total hacen 8 cajas por nivel, cada rack cuenta con 3 niveles y la capacidad almacenamiento máximo de una estantería es de 24 cajas, por lo tanto, la capacidad total de almacenamiento en cajas de la propuesta I es de 1608 cajas.

El layout tiene 3 zonas para almacenar los productos tipo A, B y C; la zona A tiene capacidad para almacenar 816 cajas, la Zona B tiene capacidad de almacenar 480 y la zona C tiene la capacidad de almacenar 312 cajas. Los

pasillos tienen un ancho de 2 m y la zona de recepción y despacho de productos tiene un área de 28,44 m².

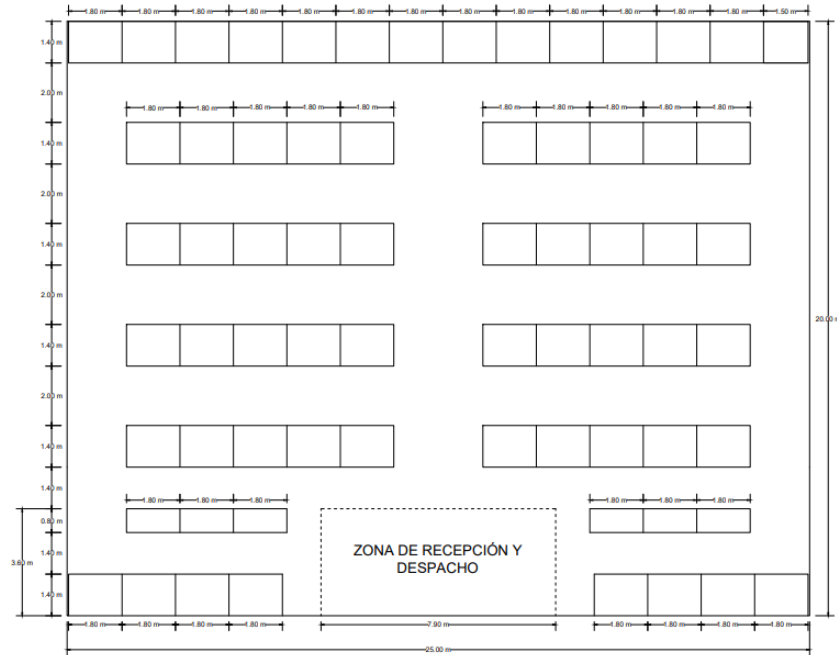


Ilustración 32: Diseño de layout en U en AutoCAD

3.1.2. Propuesta II

El layout de la propuesta II es en flujo lineal, tiene una capacidad para 80 estanterías. Las dimensiones de las estanterías tienen 3.00 m de alto, 3.25 m de largo y 0.9 m de profundidad, lo que significa que cada nivel de las estanterías puede almacenar una caja de profundidad y seis cajas de largo, cada estantería tiene 4 niveles y su capacidad máxima es un total de 24 cajas, por lo tanto, la capacidad total de almacenamiento en cajas de la propuesta II es de 1920 cajas.

El layout II cuenta con 3 zonas para almacenar los productos tipo A, B y C, respectivamente; la zona A tiene capacidad para almacenar 960 cajas, la Zona B tiene capacidad de almacenar 624 y la zona C tiene la capacidad de almacenar 336 cajas. Los pasillos tienen un ancho de 1.5 m y la zona de recepción y despacho de productos tiene un área de 22,57 m².

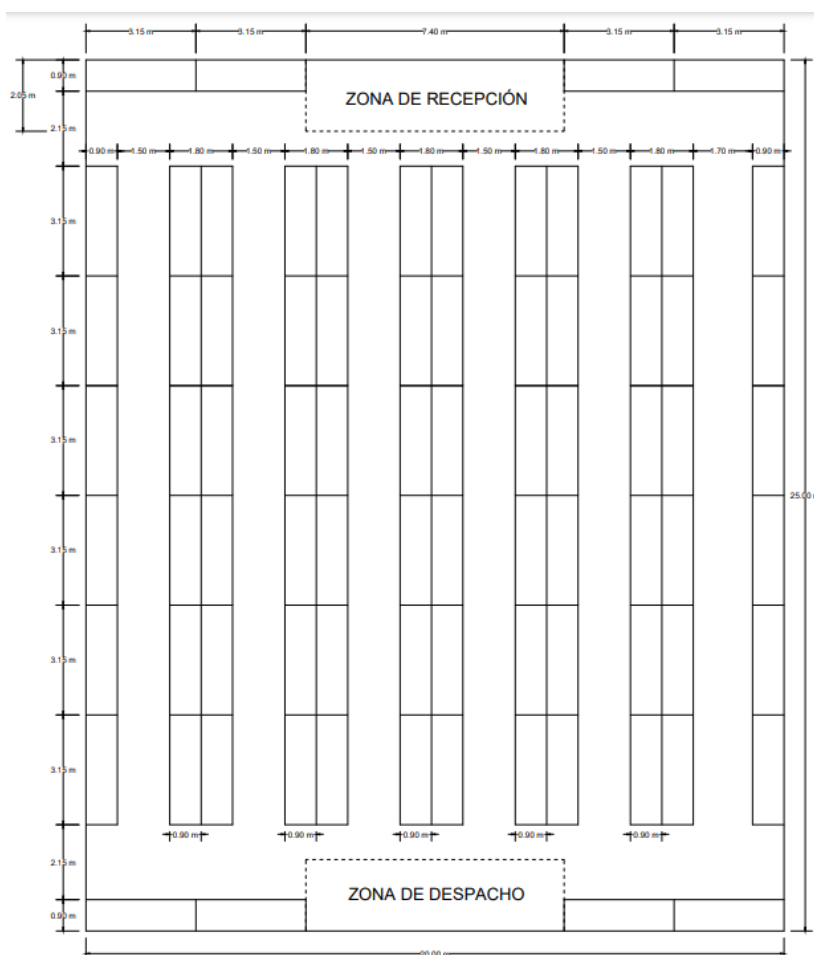


Ilustración 33: Diseños de layout lineal en AutoCAD

3.2. Clasificación ABC de los productos.

Para el análisis ABC se tomó la cantidad de salida de los productos de los años 2020, 2021 y primer trimestre del 2022 y fueron clasificados por tipos de productos.

Para la familia de Accesorios ranurados la clasificación A tiene un total de 2536 productos los cuales están distribuidos en 90 cajas, la clasificación B tiene un total de 968 productos en 55 cajas y la clasificación C tiene un total de 693 productos en 35 cajas.

Para los productos de la familia de Accesorios Hierro Roscado tiene un total de 9834 productos los cuales están distribuidos en 100 cajas, la

clasificación B tiene un total de 3149 productos en 66 cajas y la clasificación C tiene un total de 693 productos en 50 cajas.

Para los productos de la familia de Válvulas la clasificación A tiene un total de 16116 productos los cuales están distribuidos en 560 cajas, la clasificación B tiene un total de 5403 productos en 288 cajas y la clasificación C tiene un total de 717 productos en 100 cajas.

La ubicación de los productos en ambas propuestas se la realizo con el análisis ABC previo.

En la propuesta I se destinó 34 estanterías para los productos de clasificación A que se muestran de color amarillo, 20 estanterías para los productos clasificación B que se muestran de color celeste, y 14 estanterías para los productos clasificación C que se muestran color rojo.

Los productos de clasificación A se destinaron a la parte más cercana de la zona de recepción y despacho.

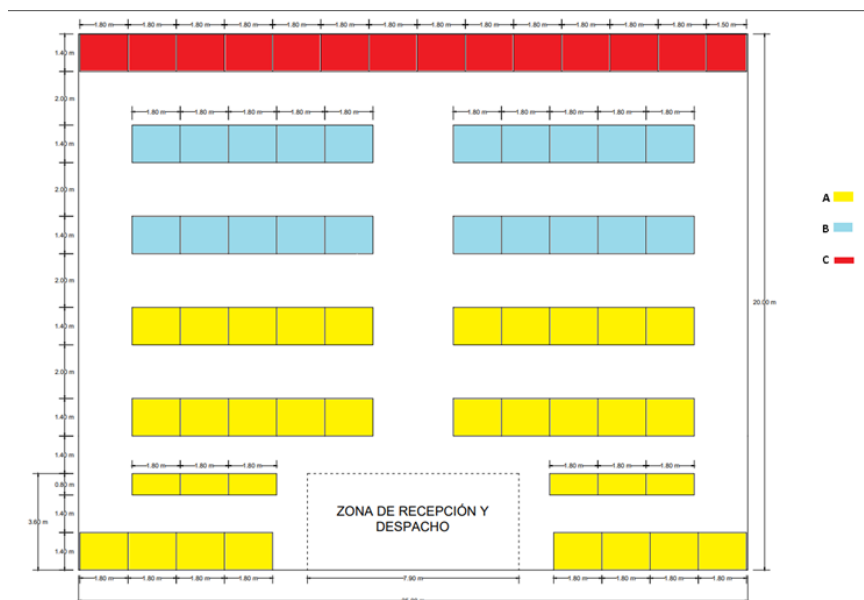


Ilustración 34: Zonificación de layout en U con clasificación ABC

En la propuesta II se destinó 40 estanterías para los productos de clasificación A que se muestran de color amarillo, 26 estanterías para los productos clasificación B que se muestran de color celeste, y 14 estanterías para los productos clasificación C que se muestran color rojo.

Los productos de clasificación A se los ubico en las estanterías de en medio para que los operadores no tengan que recorrer todos los pasillos al momento de recoger los productos.

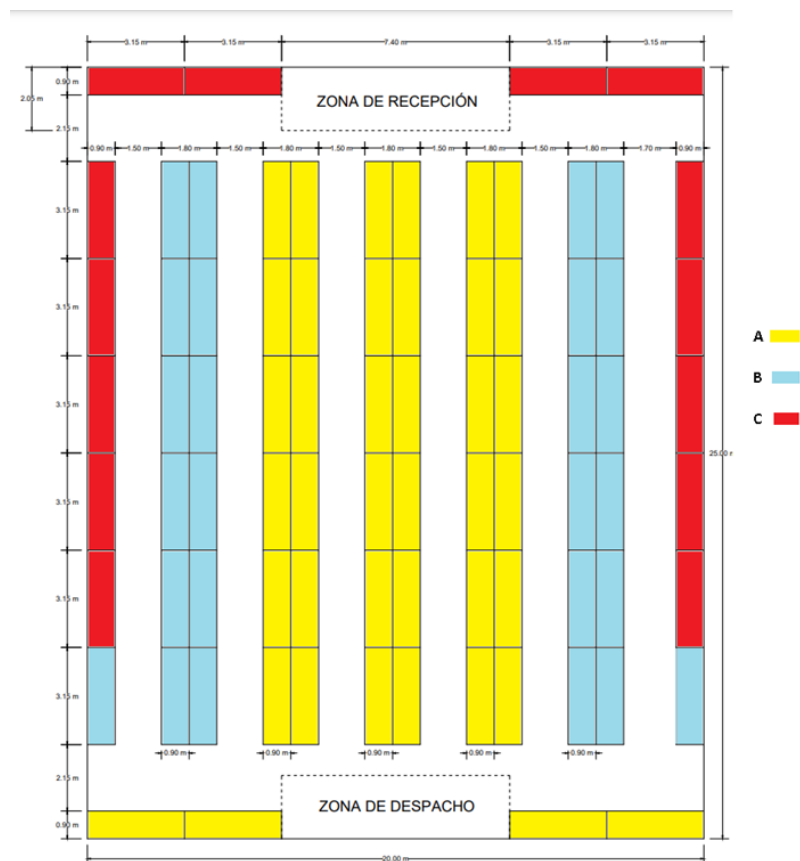


Ilustración 35: Zonificación de layout lineal con clasificación ABC

3.3. Resultado de las simulaciones

Utilizando la herramienta ExperFit que ayuda a analizar los datos de forma automática, dio como resultado que la distribución beta es la que más se asemeja a los datos de llegada de pedidos por parte de los proveedores.

Model	Relative Score	Parameters
1 - Beta	98.81	Lower endpoint 26.27835
		Upper endpoint 365,641.96171
		Shape #1 0.55943
		Shape #2 0.60760
2 - Johnson SB	96.43	Lower endpoint 10.03995
		Upper endpoint 365,551.39671
		Shape #1 0.06694
		Shape #2 0.37361
3 - Weibull	70.24	Location 0.00000
		Scale 181,045.64514
		Shape 1.05309

Ilustración 36: Distribución de los datos de llegada Utilizando la herramienta ExpertFit

Para todas las simulaciones realizadas se recibió y despacho la misma cantidad de productos, teniendo como resultado que en total se recibió 607 productos y se despachó 443 productos, de los productos con clasificación A se recibieron 360 y se despacharon 255, de los productos con clasificación B se recibieron 167 y se despacharon 140 y de los productos con clasificación C se recibieron 80 y se despacharon 48, como se muestra en la ilustración:

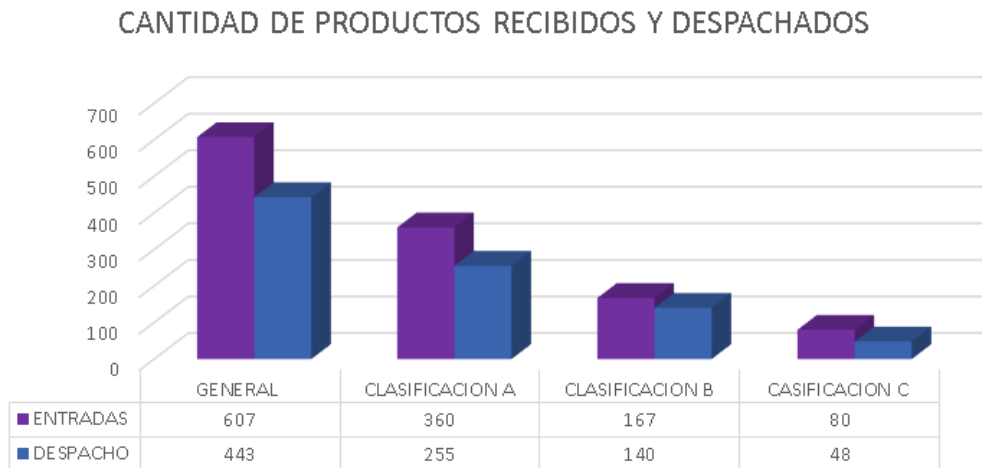


Ilustración 37: Cantidad de productos recibidos y despachados

Bodega Actual

La bodega actual no tiene una buena clasificación ABC para almacenar correctamente sus productos y se tuvieron los siguientes resultados:

La distancia promedio recorrida en una semana por parte de los operadores que realizan la recepción de productos es de 4.383 m.

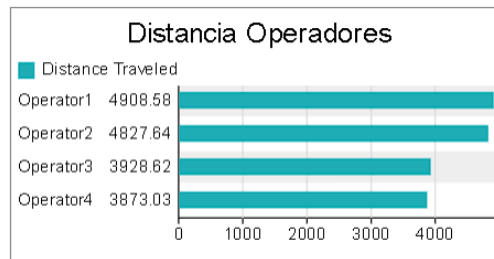


Ilustración 38: Distancia recorrida de los operadores zona recepción bodega actual

La distancia promedio recorrida en una semana por parte de los operadores que realizan el despacho de pedidos es de 1629 m.

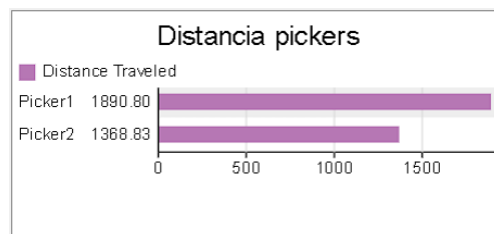


Ilustración 39: Distancia promedio recorrida de los operadores de la zona de despacho bodega actual

El tiempo que esta un *pallet* en el *combiner* hasta que el pedido este completado y posteriormente entregado es de 22 minutos.

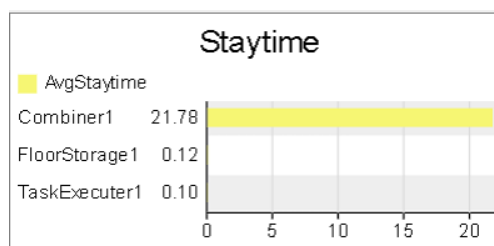


Ilustración 40: Tiempo que se completa un pedido bodega actual

Utilizando el criterio de clasificación ABC en ambas propuestas para el almacenamiento de los productos se obtuvo lo siguiente:

Propuesta I

La distancia promedio recorrida en una semana por parte de los operadores que realizan la recepción de productos es de 6.497 m.

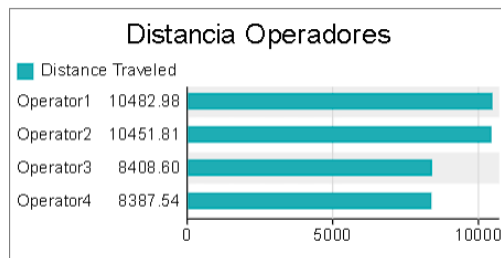


Ilustración 41: Distancia recorrida de los operadores zona recepción propuesta I

La distancia promedio recorrida en una semana de los operarios encargados del despacho de productos para completar los pedidos es de 4.725 m.

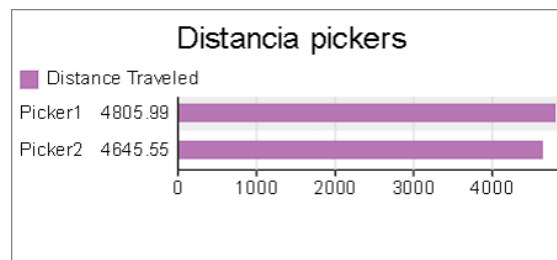


Ilustración 42: Distancia recorrida de los operadores zona de despacho propuesta I

El tiempo que esta un pallet en el *combiner* hasta que el pedido este completado y posteriormente entregado es 15.29 minutos.

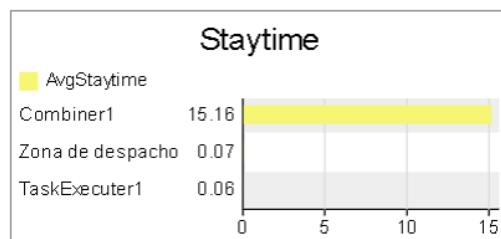


Ilustración 43: Tiempo que se completa un pedido propuesta I

El porcentaje de utilización del almacenamiento de las estanterías es del 70.67%, ya que en la propuesta I la capacidad total de almacenamiento en cajas es de 1608 y la cantidad de cajas almacenadas es de 1193; se estima que en el último trimestre del año la utilización de bodega sea el 100% ya que en esta época las ventas aumentan.

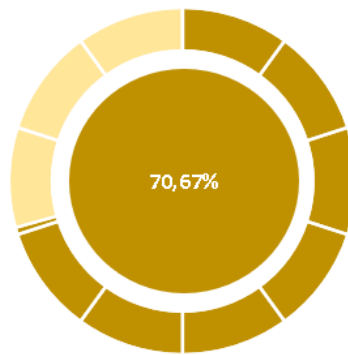


Ilustración 44: Porcentaje de utilización de almacenamiento de estanterías propuesta I

El porcentaje promedio de la utilización de los operadores encargado de la recepción de productos es de 48.7% mientras que el porcentaje promedio de la utilización de operadores encargados del despacho de pedidos es de 48.91%

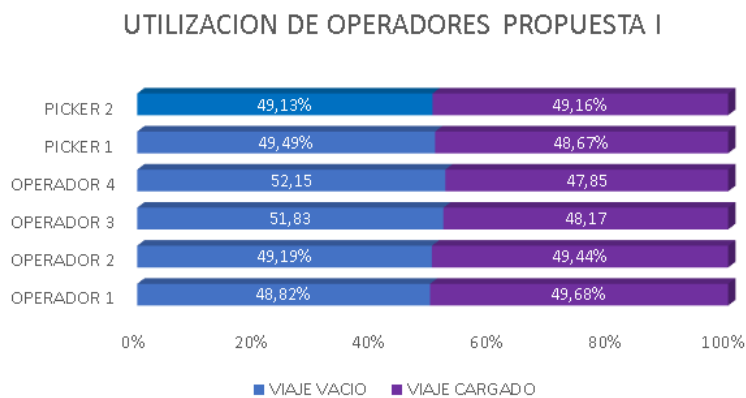


Ilustración 45: utilización de operadores propuesta I

Propuesta II

La distancia promedio recorrida de una semana de los operarios que realizan la recepción de los productos es de 9.432 m.

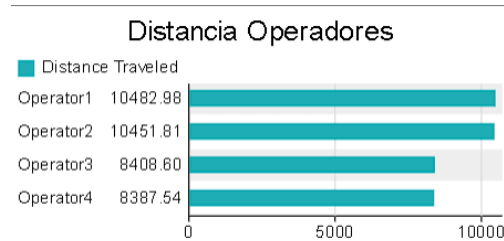


Ilustración 46: Distancia recorrida de los operadores zona de recepción propuesta II

La distancia promedio recorrida en una semana por los operarios encargados del despacho de productos para completar los pedidos es de 6.896 m.

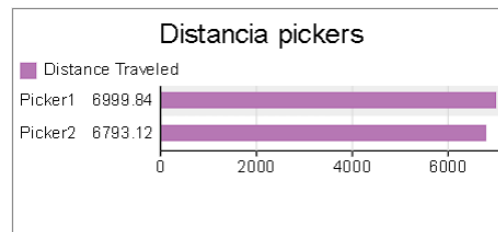


Ilustración 47: Distancia recorrida de los operadores zona de despacho propuesta II

El tiempo que esta un pallet en el combiner hasta que el pedido este completado y posteriormente entregado es 17.59 minutos.

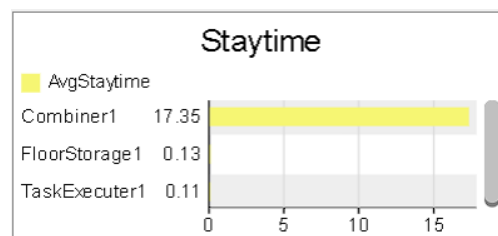


Ilustración 48: Tiempo que se completa un pedido propuesto II

El porcentaje de utilización del almacenamiento de las estanterías es del 62.14%, ya que en la propuesta II la capacidad total de almacenamiento en cajas es de 1920 y la cantidad de cajas almacenadas es de 1193; se estima que en el último trimestre del año la utilización de la bodega sea 95.78% ya que en esta época las ventas aumentan.

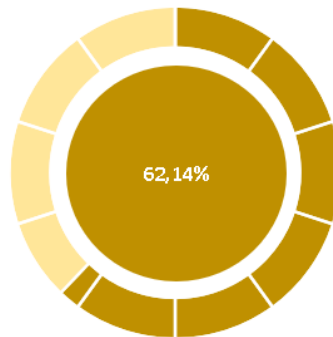


Ilustración 49: Porcentaje de utilización de almacenamiento de estanterías propuesta II

El porcentaje promedio de la utilización de los operadores encargado de la recepción de productos es de 43.66% mientras que el porcentaje promedio de la utilización de operadores encargados del despacho de pedidos es de 47.88%

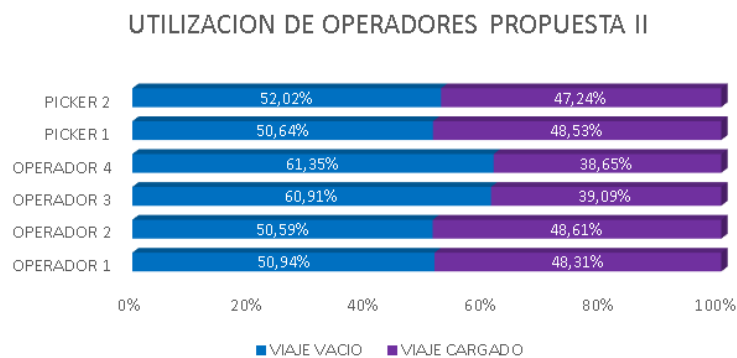


Ilustración 50: utilización de operadores propuesta II

3.4. Comparación de resultados

Comparación de la propuesta I, la propuesta II y bodega actual

La bodega actual cuenta con una superficie de 150 m^2 mientras que la superficie de la propuesta I y II es de 500 m^2 .

El total de estanterías de la propuesta I es de 67 estanterías mientras que la propuesta II tiene un total de 80 estanterías.

La capacidad de almacenamiento de la propuesta I es de 1608 cajas mientras que la capacidad de almacenamiento de la propuesta II es de 1920 cajas.

La distancia promedio que recorre los operadores para realizar los despachos en la propuesta I es 4.725 m, en la propuesta II es de 6.896 m y en la bodega actual es 1.629m.

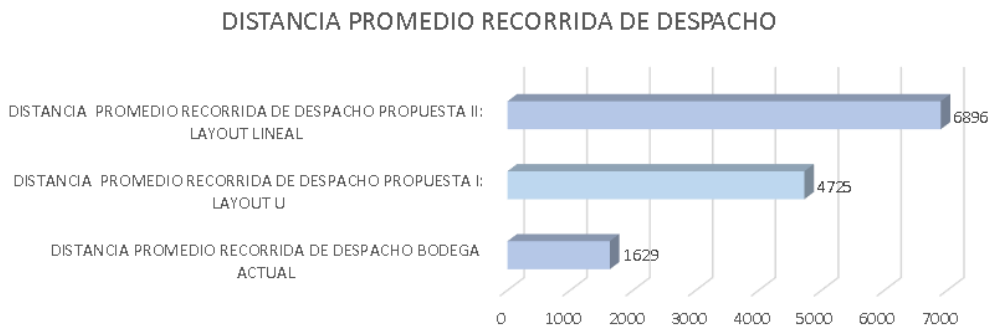


Ilustración 51: Comparación de distancias recorrida, propuesta I, propuesta II, bodega actual

El tiempo que el pallet está en el *combiner* hasta que el pedido sea completado y entregado en la bodega actual es 22 minutos, en la propuesta I es de 15.29 minutos mientras en la propuesta II es de 17.59 minutos.

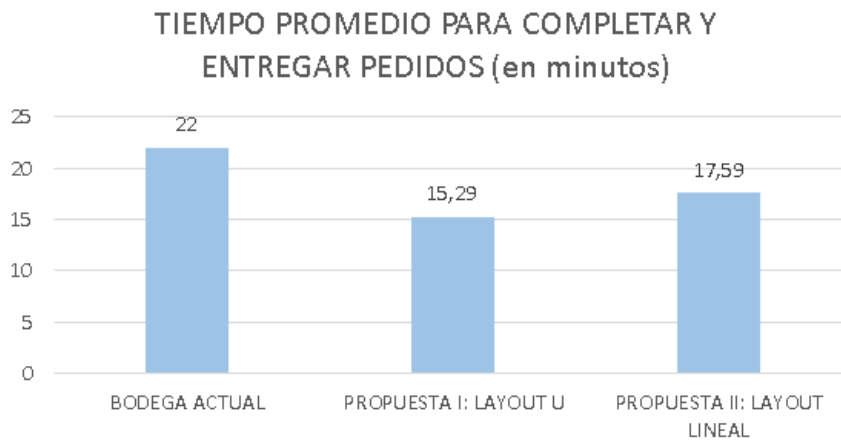


Ilustración 52: Comparación de tiempo promedio para completar y entregar pedidos, propuesta I, propuesta II, Bodega actual

El porcentaje de utilización de las estanterías en la propuesta I es de 70.67%, mientras que en la propuesta II es de 62.14%, es decir que la propuesta I tiene mayor porcentaje de utilización de estanterías.

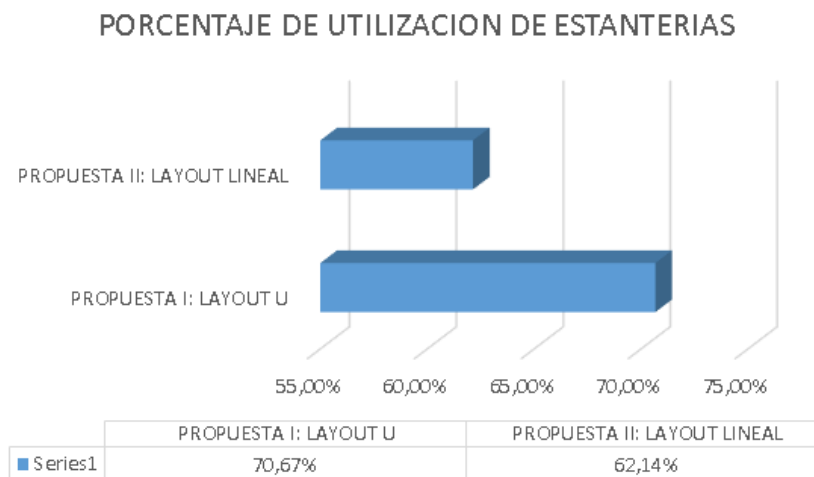


Ilustración 53: Comparación de utilización de estanterías propuesta I y propuesta II

3.5. Análisis financiero

El análisis financiero es importante para la validación de la viabilidad del proyecto. Este análisis incluye los costos de obra civil para el montaje de la bodega y los costos de equipamiento para el almacenamiento de los productos.

A continuación, se presenta el presupuesto de inversión de obra civil para ambas propuestas ya que no existe un cambio significativo, los valores que se muestran están basados de la cámara de construcción de Quito.

Obra civil	
Costos	Propuesta I y II
Movimientos de tierras	\$7.947,00
estructura metálica y cubierta	\$62.945,00
Juntas de construcción y contratación	\$26.439,00
Instalaciones hidrosanitarias	\$5.065,00
Instalaciones eléctricas	\$10.546,00
Acabados	\$52.630,00
Costo Total	\$165.572,00

Tabla 4: Costos de obra civil para ambas propuestas

El valor de equipamiento de la bodega incluye el montaje de las estanterías y los dispositivos necesarios para el funcionamiento de esta. Este costo varía de acuerdo con el diseño del layout de la propuesta.

Equipamiento	
Costos	Propuesta I
Estanterías (67 unidades)	\$14.740,00
Gavetas (1608 unidades)	\$4.020,00
Carritos (2 unidades)	\$160,00
Anclajes de piso	\$135,00
computadora	\$900,00
Software	\$800,00
Impresora	\$250,00
Servicio de internet	\$100,00
Costo Total	\$21.105,00

Tabla 5: Costos de equipamiento para la propuesta I

Equipamiento	
Costos	Propuesta II
Estanterías (80 unidades)	\$15.200,00
Gavetas (1920 unidades)	\$4.800,00
Carritos (2 unidades)	\$160,00
Anclajes de piso	\$160,00
computadora	\$900,00
Software	\$800,00
Impresora	\$250,00
Servicio de internet	\$100,00
Costo Total	\$22.370,00

Tabla 6: Costos de equipamiento para la propuesta II

El valor total de inversión se relaciona a continuación:

Resumen de inversión	Propuesta I	Propuesta II
Obra civil	\$165.572,00	\$165.572,00
Equipamiento	\$21.105,00	\$22.370,00
Inversión Total	\$186.677,00	\$187.942,00

Tabla 7: Total de inversión para cada propuesta

El siguiente análisis es una estimación de los costos involucrados para la ejecución de la propuesta I y la propuesta II, y los beneficios obtenidos para la empresa una vez implementados, en un periodo de 7 años.

Tasa de descuento anual	8%								
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	VAN
Beneficio		\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$260.318,50
Propuesta I	\$186.677,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$194.486,56
Ganancia Global	-\$186.677,00	\$48.500,00	\$48.500,00	\$48.500,00	\$48.500,00	\$48.500,00	\$48.500,00	\$48.500,00	
Beneficio		\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$260.318,50
Propuesta II	\$187.942,00	\$1.600,00	\$1.600,00	\$1.600,00	\$1.600,00	\$1.600,00	\$1.600,00	\$1.600,00	\$196.272,19
Ganancia Global	-\$187.942,00	\$48.400,00	\$48.400,00	\$48.400,00	\$48.400,00	\$48.400,00	\$48.400,00	\$48.400,00	

	VAN	TIR	Costo-Beneficio
Propuesta I	\$65.831,95	17,66%	1,34
Propuesta II	\$64.046,31	17,35%	1,33

Tabla 8: Análisis de inversión para cada propuesta

Para el año 0 se muestra todos los costos que implican la inversión de las propuestas, esos costos son los de obra civil y el equipamiento. Siguiendo con los costos en los años posteriores tenemos los costos anuales de pagos de servicios públicos.

En los beneficios tenemos la diferencia total de lo que la nueva bodega logra ahorrar vs lo que se invirtió con la propuesta de layout. Este valor de ahorro anual es el promedio de la suma de ahorro de todos los sku. Dicho valor de beneficio no presenta mucha diferencia durante los próximos años, pero es presentado así para no causar ruido visual, que se vea lo más homogénea posible y para fácil entendimiento. La tasa de descuento anual fue calculada mediante el promedio del mercado ecuatoriano.

Los criterios para concluir si un proyecto es viable dependen del valor del VAN y del porcentaje del TIR, los criterios son los siguientes:

$VAN < 0$ No se recomienda invertir, se generarán pérdidas.

$VAN = 0$ El proyecto no generará beneficios.

$VAN > 0$ Se recomienda invertir, se obtendrán beneficios.

$TIR > 8\%$ El proyecto es viable.

Para ambas propuestas el VAN (Valor actual neto) es mayor a cero, se recomienda invertir. A su vez revisando el costo-beneficio, que es la división entre el beneficio sobre el costo del proyecto, ambas propuestas generan ganancias porque el valor es superior a 1. Para el TIR (Tasa interna de retorno) el proyecto termina siendo viables para las dos propuestas.

Finalmente, al comparar las dos propuestas, se puede concluir que las dos son proyectos viables, pero se recomienda más la propuesta I.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La distancia recorrida de la propuesta I es 2.171 m más corto que la distancia recorrida en la propuesta II, mientras que al momento de completar y entregar los pedidos la propuesta I es 15% más rápida que la propuesta II.

El porcentaje de utilización de las estanterías de la propuesta I es 4.22% más que el porcentaje de utilización de la propuesta II.

Aunque la distancia promedio que recorren los operadores al despachar los productos de la bodega actual sea evidentemente más corta, la propuesta I es 31.8% más rápido al momento de completar y entregar los pedidos.

Se puede concluir que ambas propuestas son viables para la inversión, pero económicamente la mejor es la propuesta I ya que hay una diferencia de \$1000.

Con lo anteriormente mencionado podemos concluir que la propuesta I es el layout óptimo para la nueva bodega ferretera ya que es más rápida al momento de completar y entregar los pedidos, su recorrido es menor y su inversión es menor a comparación de la propuesta II.

Recomendaciones

La clasificación ABC de los productos debe ser analizado anualmente para llevar un control de los productos más vendidos.

Se recomienda implementar una buena señalización en la bodega y equipos de protección para evitar riesgos laborales.

Para visualizar la simulación en flexim se recomienda tener la versión 2022 update 2.

CAPÍTULO 5

5. Bibliografías y Referencia

PAGINAS WEB

Alvarado, S. M. (1 de julio de 2013). *www.boletin.upiita.ipn.mx*. Obtenido de Boletín UPIITA: <https://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/495-cyt-numero-38/148-gestion-de-inventarios>

AR RACKING STORAGE SOLUTIONS. (30 de MARZO de 2021). Obtenido de <https://www.ar-racking.com/cl/actualidad/blog/soluciones-de-almacenaje-3/tipos-de-racks-industriales-para-bodega-clasificacion-y-caracteristicas#>

Batista, M. (2018 de JUNIO de 2018). *Cálculo de mínimos y máximos en inventario*. Obtenido de NEXT CLOUD: <https://blog.next-cloud.mx/2018/06/19/calculo-minimos-maximos-inventario/>

Disset Odiseo. (2019). *Transpaleta manual*. Obtenido de Feria virtual interempresas: <http://www.interempresas.net/Logistica/FeriaVirtual/Producto-Transpaleta-manual-59648.html>

Gesprolog. (2022). *Bodega*. Obtenido de Gesprolog: <https://www.gesprolog.com/optimizar-el-layout-del-almacen-objetivos-pautas-y-consejos/>

ARTICULOS DE REVISTAS

Kitpipit, P. &. (2017). Warehouse Layout Desingn For an Automotive Raw Material Supplier.

Kovacs. (2017). Special Otimization Process for Warehouse Layout Desing.

Raymond. (2022). *Montacargas*. Obtenido de Raymond: <https://raymond.mx/lift-trucks/counterbalanced-trucks/4700-sit-down-counterbalanced.php>

Sapry, H. (2020). Warehouse desing and operation optimization.

Arango, M. D., Zapata, J. A., & Pemberthy, J. I. (2010). Reestructuración del layout de la zona de picking en una bodega industrial. *Revistas Unidas*, 1-8.