



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Implementación de técnicas de slotting y almacenamiento en
un Centro de Distribución con WMS (Warehouse Management
System)”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

**MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA CADENA DE
SUMINISTRO**

Presentada por:

Carlos Bryan Guerrero Sornoza

Guayaquil – Ecuador

Año: 2025

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto principalmente a mis padres y mi familia, quienes me apoyaron durante todo este proceso de alcanzar este nivel de estudios, que me abrirán nuevas oportunidades en mi vida laboral.

Carlos Guerrero

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Jenny Pilar Gutiérrez López

Profesor de Materia

María Fernanda López Sarzosa

Tutor de proyecto

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo Carlos Bryan Guerrero Sornoza acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

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

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

Guayaquil, 13 de marzo del 2025.

Carlos Bryan Guerrero
Sornoza

Resumen

El presente proyecto tuvo como objetivo reducir los errores en la preparación de pedidos y mejorar la organización del centro de distribución mediante la implementación de técnicas de slotting y almacenamiento con un sistema de gestión de almacenes (WMS).

La iniciativa abarcó todas las áreas del almacén, desde los racks hasta el mezzanine, incluyendo los procesos de picking y la optimización del slotting. Su planificación comenzó en noviembre de 2024, estableciendo un cronograma de ejecución desde diciembre de 2024 hasta marzo de 2025.

El equipo encargado del proyecto estuvo conformado por personal administrativo del centro de distribución, coordinadores, el ingeniero de procesos y el planificador de distribución. Gracias a su implementación, se lograron mejoras en dos indicadores clave:

Reducción del tiempo de preparación de pedidos.

Disminución de errores en el picking, específicamente en mercancía sobrante y faltante.

Para la ejecución del proyecto, fue necesario destinar tres fines de semana de jornada completa con el personal operativo, lo que implicó una inversión adicional. Esta fue aprobada por la subgerente del centro de distribución, permitiendo la correcta puesta en marcha de la iniciativa.

Palabras clave: Centro de distribución, ingeniero de procesos, coordinador, slotting, racks, mezzanine.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
TRIBUNAL DE TITULACIÓN	3
RESUMEN.....	5
ÍNDICE GENERAL	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
CAPÍTULO 1.....	10
1. INTRODUCCIÓN	10
1.2. Descripción del problema	12
1.3. Objetivos	14
1.4. Resultados esperados.....	14
CAPÍTULO 2.....	15
2. METODOLOGÍA.....	15
2.1. Introducción.....	15
2.2. Descripción de la metodología	15
2.3. Etapas de la metodología.....	15
2.3.1. Aplicación de un sistema de Slotting	16
CAPÍTULO 3.....	18
3. APLICACIÓN METODOLÓGICA.....	18
3.1. Aplicación de metodología.....	18
3.1.1. Personalización de un sistema de almacenamiento	18
3.1.2. Caracterización de los productos almacenados.....	18
3.1.3. Diseño del método de <i>slotting</i>	19
3.1.4. Análisis de costos de implementación	21
3.1.5. Implementación del plan de <i>slotting</i>	21
3.1.6. Evaluación de resultados y mejora continua.....	24
CAPÍTULO 4.....	26
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	26
4.1. Barreras y factores de éxito.....	28
4.1.1. Barreras encontradas	28
4.1.2. Factores de éxito	28
CAPÍTULO 5.....	29
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	29
5.1. Conclusiones.....	29
5.2. Recomendaciones.....	29
ANEXOS.....	31
ANEXO A.....	32

ANEXO B.....	33
ANEXO C	34
ANEXO D	35
ANEXO E.....	36
ANEXO F.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 ERRORES DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL 2024	11
FIGURA 1.2 MERCANCÍA EXTRAVIADA (2023 VS. 2024)	11
FIGURA 1.3 MERCANCÍA ENCONTRADA; PROPIETARIO 750	12
FIGURA 1.4 ¿LLEGÓ EL ERROR AL CLIENTE?	13
FIGURA 1.5 TIEMPO DE PREPARACIÓN (SEM 23-41).....	13
FIGURA 3.1 MEDIDAS DE PRODUCTOS TOMADAS DE LAS FAMILIAS DE PRODUCTOS DEL ALMACÉN	18
FIGURA 3.2 ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DE LOS PRODUCTOS POR ROTACIÓN EN EL ALMACÉN.....	21
FIGURA 3.3 ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DE LOS PRODUCTOS POR ROTACIÓN EN EL ALMACÉN.....	21
FIGURA 3.4 UBICACIONES HISTÓRICAS DE UN ARTÍCULO EN WMS	22
FIGURA 3.5 UBICACIONES HISTÓRICAS DE UN ARTÍCULO EN WMS MODIFICADO	23
FIGURA 3.6 CONFIGURACIÓN DE UBICACIONES EN WMS	23
FIGURA 3.7 DASHBOARD DE CONTROL PARA SLOTTING	25
FIGURA 4.1 RENDIMIENTO DE PROCESO DE PICKING DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	26
FIGURA 4.2 REGISTRO DE ERRORES EN EL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN 2025	27

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	12
TABLA 2.....	16
TABLA 3.....	20
TABLA 4.....	27

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La logística en un centro de distribución enfrenta una variedad de retos en relación con la optimización del almacenamiento y la preparación de órdenes. Esta última se ve muy relacionada a la optimización del almacenamiento con técnicas de slotting, lo cual se define según Duque, Cuellar y Cogollo (2020) como una actividad orientada a optimizar la distribución del inventario en un almacén, buscando mejorar los tiempos de desplazamiento y maximizar el uso eficiente del espacio disponible. GUERRA (2017) logra reducir casi un 30% del tiempo de preparación con la aplicación de esta herramienta en su almacén.

Para el presente proyecto se presenta un centro de distribución de una empresa dedicada a la fabricación de baterías y comercialización de repuestos automotrices, donde se presentan varios desafíos a nivel operativo. Este proyecto cuenta con el soporte y la aprobación (ANEXO A) de la Subgerente de Distribución, quien se desempeña como jefa del área.

Este centro de distribución es un proyecto relativamente joven, debido a que la bodega donde se guardaba el producto para la venta anteriormente empezó a quedarse corto de espacio, por lo que se utilizó una sección del terreno de la planta para este proyecto, este cuenta con 10 racks para perchado, con entre 9 y 11 niveles de altura, y 2 pisos de Mezzanine.

Actualmente se presenta un mayor nivel de inventario que en años anteriores, lo que vuelve más crítica la situación de implementar nuevas técnicas para manejo de inventarios, se presentan situaciones tales como:

1. Errores en la preparación de pedidos (errores en la operación)

Durante 2024 se empezó a implementar en el almacén el indicador de errores en la operación, donde también se destacan las diferencias en conteos de mercadería, como lo muestra la Figura 1.1

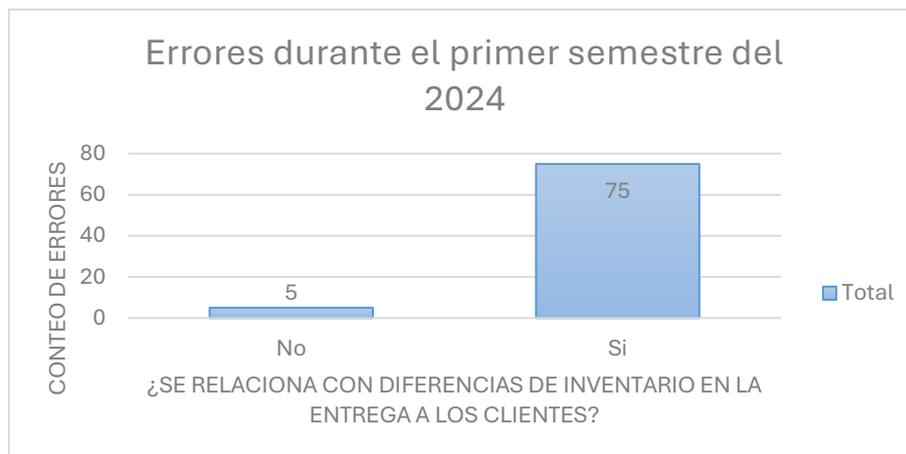


Figura 1.1 Errores durante el primer semestre del 2024

Fuente: Elaboración propia

2. Desorganización en el almacenamiento

En la Figura 1.2 se observa una comparativa de las veces que mercancía que no se encontró físicamente en el almacén tuvo que ser enviada a ubicación de mercancía extraviada en WMS.



Figura 1.2 Mercancía extraviada (2023 vs. 2024)

Fuente: Elaboración propia

3. Limitado aprovechamiento de WMS

Se han realizado pruebas iniciales implementando técnicas de slotting en una familia específica de productos del almacén, pertenecientes a un propietario identificado como "750". Estas pruebas han mostrado resultados alentadores en la reducción de mercancía extraviada. Como se observa en la Figura 1.3, la aplicación de estas estrategias, junto con un mecanismo más riguroso de almacenamiento, ha contribuido a mejorar la organización del inventario. Sin embargo, estos esfuerzos iniciales no son suficientes para garantizar una operatividad eficiente y sostenible en el largo plazo.

Tal como se mencionó anteriormente, la implementación de técnicas avanzadas de slotting, especialmente cuando se cuenta con herramientas como un WMS,

tiene el potencial de transformar significativamente la gestión del almacén. Aunque podría parecer que en 2024 se extravió más mercancía, la realidad es que en 2023 una parte importante del inventario permaneció extraviada durante todo el año. Esta situación resultó en un costo adicional de \$16.000 para el propietario "750" debido a las discrepancias detectadas en el inventario, y esto está relacionado solamente a 3 de los 10 racks que se manejan en la bodega.



Figura 1.3 Mercancía encontrada; Propietario 750

Fuente: Elaboración propia

1.2. Descripción del problema

La organización inadecuada del inventario dentro del almacén está generando errores en la preparación de pedidos y alta variabilidad en los tiempos de picking, lo que impacta la eficiencia operativa. Entre los principales problemas detectados se encuentran:

Diferencias en los niveles de inventario entre años: Como se muestra en la TABLA 1, se ha identificado una variación significativa en los niveles de inventario del propietario 750 entre 2023 y 2024. Estas inconsistencias sugieren problemas en la gestión del stock y su ubicación dentro del almacén, lo que puede provocar dificultades en la reposición y recolección de productos.

TABLA 1

INVENTARIO DE PROPIETARIO 750

INVENTARIO DE PROPIETARIO 750		
AÑO	CANTIDAD DE INVENTARIO	CANTIDAD DE SKUS
2023	223,960	3,241
2024	307,420	3,672

Errores en la preparación de pedidos: La falta de un sistema estructurado de asignación de ubicaciones ha ocasionado discrepancias entre el inventario teórico y el físico. Esto ha resultado en errores de *picking*, donde se registran unidades sobrantes o faltantes en los despachos, como se evidencia en la Figura 1.4.

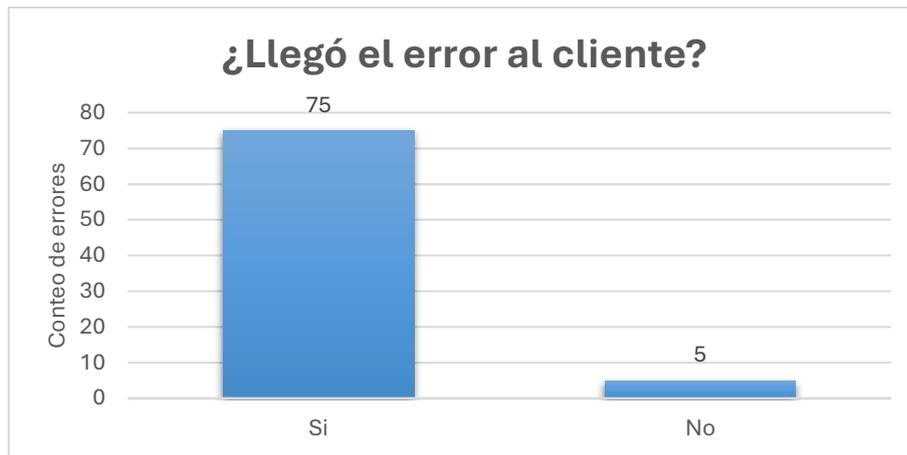


Figura 1.4 ¿Llegó el error al cliente?

Fuente: Elaboración propia

Alta variabilidad en los tiempos de preparación de pedidos: Se analizaron datos desde la semana 23 a la 41, observándose tiempos de preparación con una media de 20.14 minutos por orden, un mínimo de 15.42 minutos y un máximo de 25.42 minutos (Figura 1.5). La falta de un *slotting* optimizado ha ocasionado inconsistencias en la recolección de productos, afectando la eficiencia del proceso.

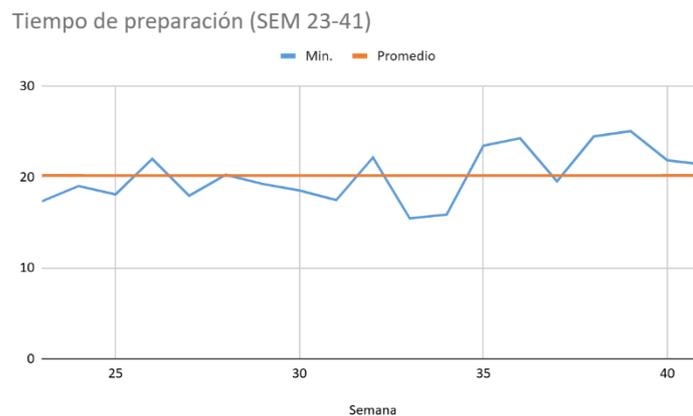


Figura 1.5 Tiempo de preparación (SEM 23-41)

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un promedio de 20.14 minutos por orden, un mínimo de 15.42 minutos y un máximo de 25.42 minutos, con lo que se puede observar una amplia variabilidad en la muestra observada.

Estos factores resaltan la necesidad de establecer un sistema organizado de *slotting* que optimice la distribución de productos en el almacén, reduzca los errores en el picking y mejore la estabilidad en los tiempos de preparación de pedidos.

1.3. Objetivos

Objetivo general:

Reducción de errores en la preparación de pedidos en un centro de distribución mediante la implementación herramientas de slotting y almacenamiento a través de configuraciones de WMS y levantamiento de información con la finalidad de mejorar la organización del almacén

Objetivos específicos:

- Reducir el nivel de decisión del personal operativo en decisiones del almacén mediante la reorganización del stock y matriculación de artículos.
- Establecer un sistema de *slotting* para el almacén que sea definido por un indicador que muestre cuándo es el momento oportuno para realizar la tarea.
- Establecer indicadores para evidenciar el impacto de las decisiones de almacenamiento en el almacén con el fin de verificar su eficacia y promover la mejora continua.
- Establecer un Dashboard de control para mantener la distribución del almacén de acuerdo con lo establecido en la realización del slotting.
- Reducir el indicador de errores en la operación, con especial foco en aquellos que denotan diferencias en las cantidades despachadas a clientes.

1.4. Resultados esperados

La implementación de técnicas de *slotting* y configuraciones avanzadas en el sistema WMS busca alcanzar mejoras operativas significativas en el centro de distribución, evaluadas a través de dos indicadores clave:

Tiempos de preparación de pedidos:

- Se espera reducir significativamente el tiempo promedio necesario para completar un pedido, optimizando las rutas de picking mediante una mejor disposición del inventario y el uso eficiente del espacio.
- Esta mejora impactará directamente en la capacidad del almacén para responder de manera ágil a las solicitudes de los clientes, incrementando la eficiencia global de las operaciones.

Reducción en errores de picking por mercancía sobrante y faltante:

- La reestructuración de las ubicaciones y la estandarización de los procesos, apoyadas en el WMS, permitirán disminuir la frecuencia de errores asociados con la selección de productos, tanto por mercancía faltante como sobrante.
- Esto no solo reducirá los costos relacionados con devoluciones o correcciones, sino que también fortalecerá la confianza del cliente en la fiabilidad del servicio.
- Con base en estos indicadores, se establecerán mecanismos de monitoreo continuo para evaluar el impacto de las estrategias implementadas, asegurando así la mejora constante de los procesos logísticos y la sostenibilidad de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Introducción

La metodología planteada tiene como objetivo definir un enfoque claro y estructurado para implementar técnicas de *slotting* y optimizar el almacenamiento en el centro de distribución. Esta metodología combina el análisis de datos, la personalización de herramientas tecnológicas y la evaluación de indicadores clave para garantizar la eficiencia operativa

2.2. Descripción de la metodología

La metodología para implementar se fundamenta en dos conceptos clave de la logística operativa: el *slotting* y el *picking*. El *slotting* fue definido previamente en la sección de antecedentes del CAPÍTULO 1, por su parte, el *picking* consiste en la preparación de pedidos mediante la recolección de los productos solicitados y la verificación de la completitud de la orden, una tarea que puede ser realizada manualmente por un operario o mediante sistemas automatizados, conocidos como "pickers".

En el marco del presente proyecto, estas dos actividades se integrarán para rediseñar la disposición del inventario en el almacén y optimizar las operaciones de preparación de pedidos. La combinación de técnicas de *slotting* con configuraciones avanzadas del sistema WMS permitirá no solo organizar el inventario de manera estratégica, sino también agilizar el proceso de *picking*, reduciendo tiempos y errores operativos.

2.3. Etapas de la metodología

Profundizando más en la metodología, y considerando que esta se basará en los dos conceptos claves antes mencionados, Duque et al. (2020) definen los principales enfoques que llevan los problemas en un centro de distribución de la siguiente forma:

1. Determinar la ubicación para cada SKU (*Slotting*)
2. Definir las rutas para la preparación de los pedidos (*Picking*)

El proyecto tendrá un enfoque en el punto 1 referente al *slotting* y se espera ver su incidencia en el indicador de tiempo de preparación de pedidos (tiempo de *picking*). Y para esta parte se estableció el siguiente cronograma:

TABLA 2

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROYECTO “IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE SLOTTING Y ALMACENAMIENTO EN UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN CON WMS”

"Implementación de técnicas de slotting y almacenamiento en un Centro de Distribución con WMS"																
Mes	Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
Semana																
Actividades																
Definir indicadores para dar seguimiento al proyecto	■	■	■	■												
Presentación 1: Planteamiento del problema	■	■	■	■												
Caracterización del sistema de almacenamiento					■	■	■	■								
Evaluación de recursos					■	■	■	■								
Presentación 2: Aplicación metodológica									■	■	■	■				
Implementación del método (slotting) a utilizar y pruebas de integración en WMS									■	■	■	■				
Evaluación de resultados											■	■	■	■		
Presentación 3: Resultados de la implementación													■	■	■	■

2.3.1. Aplicación de un sistema de Slotting

La implementación de un sistema de slotting eficiente en el centro de distribución se llevará a cabo siguiendo una serie de pasos estructurados que garantizarán una organización óptima del inventario, optimizando tanto los tiempos de operación como el uso del espacio.

Según Gómez-Montoya, Cano y Campo (2018), la implementación del *slotting* debe considerar las características específicas del almacén y los productos, asegurando su adaptación a las necesidades operativas. Los pasos definidos para este proyecto son los siguientes:

2.3.1.1. Personalización de un sistema de almacenamiento

En esta etapa inicial, se llevará a cabo un análisis detallado del sistema actual de almacenamiento, considerando aspectos como:

- Capacidades y limitaciones físicas del almacén.
- Distribución existente en racks, mezzanine y otras áreas.
- Este diagnóstico permitirá identificar oportunidades de mejora en la disposición y aprovechamiento del espacio.

2.3.1.2. Caracterización de los productos a almacenar

Se clasificarán los productos según criterios definidos, tales como:

- Frecuencia de movimiento: Clasificación ABC, asignando productos de alta rotación a zonas de fácil acceso.
- Restricciones específicas: Orientación de almacenamiento, compatibilidad entre productos, entre otros.
- La caracterización detallada asegurará que cada SKU tenga una ubicación adecuada basada en su perfil operativo.

2.3.1.3. Diseño del método de *slotting*

Se diseñará un método de *slotting* que responda a las necesidades específicas del centro de distribución. Este método incluirá:

- Criterios para la asignación de ubicaciones (por ejemplo, proximidad a zonas de picking para SKU de alta rotación).
- Configuración en el sistema WMS para reflejar el nuevo diseño.
- Definición de flujos de trabajo para facilitar el acceso a productos.

2.3.1.4. Análisis de costos de implementación

Se evaluarán los costos asociados con la implementación del *slotting*, incluyendo:

- Recursos necesarios (personal, equipo, capacitación).
- Tiempo estimado para completar la reconfiguración.
- Beneficios proyectados frente a los costos.

2.3.1.5. Implementación del plan de *slotting*

Una vez definidos los aspectos anteriores, se procederá con la implementación, que incluirá:

- Ajustes físicos en las ubicaciones del almacén.
- Actualización del WMS con las nuevas configuraciones.
- Capacitación del personal para operar bajo las nuevas condiciones.
- Este paso garantizará una transición eficiente al nuevo sistema.

2.3.1.6. Evaluación y mejora continua

Se establecerán indicadores clave para evaluar el desempeño del sistema de *slotting*, tales como:

- Tiempos de preparación de pedidos.
 - **Descripción:** Tiempo promedio necesario para completar un pedido desde su generación hasta su finalización.
 - **Unidad de medida:** Minutos por pedido.
- Reducción en errores de *picking* por mercancía sobrante y faltante.
 - **Descripción:** Porcentaje de errores en la selección de productos, incluyendo mercancías sobrantes o faltantes.
 - **Unidad de medida:** Porcentaje de errores respecto al total de pedidos.

CAPÍTULO 3

3. APLICACIÓN METODOLÓGICA

Este capítulo se centra en la explicación de la implementación de estrategias de slotting en el centro de distribución y las configuraciones asociadas en WMS, además de sus indicadores clave y las principales barreras y factores de éxito, repasando cada parte del proceso.

3.1. Aplicación de metodología

3.1.1. Personalización de un sistema de almacenamiento

Como descripción inicial, el centro de distribución cuenta con 2488 ubicaciones en racks y 8412 ubicaciones en el piso de mezzanine, en el piso de mezzanine se mantienen los productos que son de pequeñas dimensiones y que no requieren de más de un auxiliar de bodega para manipularlos. Sin embargo, estos también tienen productos de muy baja rotación, principalmente aquellos que han quedado sobrantes en los racks. Antes de la implementación, el almacén presentaba un desorden en la distribución de los SKUs, ocupando más ubicaciones de las necesarias debido a la ausencia de un sistema estructurado.

Aunque algunos artículos estaban organizados según su rotación, esto solo aplicaba a una familia específica de artículos, dejando el resto sin una asignación optimizada. Tanto la infraestructura de racks como el sistema Infor WMS cuentan con el potencial para mejorar esta situación, pero su efectividad depende de un trabajo adicional en cuanto a configuración y gestión.

3.1.2. Caracterización de los productos almacenados

Se midieron productos de cada familia de diferentes medidas de los ítems del almacén, para determinar dónde es el mejor lugar para ubicarlos, esto se hizo considerando que cada familia tiene una gran cantidad de ítems, por lo que se tomaron de las medidas existentes, lo cual es aplicable a ítems de la misma familia, con otro código, pero la misma medida

SKU	Descripción	EAN 13 Unidad	CM			EAN 14 Masterpack	CM		
			Largo	Ancho	Altura		Largo	Ancho	Altura
S255241	Xtreme abrillantador plástico	4056554005639	6	9.5	24	4064700254459	18	19	25
LT-U1P-10282-1	LTrees Px1 Cotton Candy	076171102829	1	8	19	50761171102829	20	25	22
LT-U1P-10317-1	LTrees Px1 Coconut	076171103178	1	8	19	50761171103173	20	25	22
LT-U1P-10574-1	LTrees Px1 Summer Linen	076171105745	1	8	19	500761171105740	20	25	22
LT-U1P-17121-1	LTrees Px1 Bayside Breeze	076171171214	1	8	19	50076171171219	20	25	22
S205405	Profiline Plastic Care 1lt	4064700205406	10	10	27	4064700032453	17.5	25.5	28
S460300	Limpiador electrónico contacto	4064700460300	6	6	24	4064700034983	13	18	25
S488300	Limpiador de carburador 400ml	4064700488304	6	6	25	4064700034853	12.5	18	26
S207100	Xtreme Cera Brillo 2 Hybrid-NPT	4064700207103	4	7	17.5	4064700255210	12	15	18
S399400	Xtreme limpiador PPF+Vinyl	4056554009255	6	9.5	28	4064700261945	18	20	28
S398241	Xtreme restaurador PPF+Vinyl	4056554009248	6	9.5	24	4064700261938	18	19	25
S221241	Xtreme Limpia Interior y Tapices	4064700221246	6	9.5	23.5	4064700249905	18	19	25
3 397 011 596	Pluma trasera 14" - 14E	4047025110297	2	5.5	40.5	40470251102977	44	22.8	5.6
3 397 011 598	Pluma trasera 16" - 16E	4047025110310	2	5	48.5	40470251103101	52	22.8	6
3 397 011 428	Pluma trasera 11" - H281	4047024909588	2	5.3	32	40470249095882	36	22.8	5.8
3 397 008 054	Pluma trasera 14" - H350	4047024302464	3	5.5	40	14047024302464	45	15.2	6
3 397 004 756	Pluma trasera 15" - H380	3165141087468	2	5	48	13165141087468	51.8	22.6	5.6
3 397 004 802	Pluma trasera 11" - H840	4047023136787	2	5	32	14047023136787	36	22.6	5.8
3 397 016 087	Pluma trasera 15" - A 383 H	4047025923064	3	5	48	14047025923064	52	15.2	5.6

Figura 3.1 Medidas de productos tomadas de las familias de productos del almacén

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Diseño del método de *slotting*

Para esta parte se definirán varios pasos a seguir previo a la implementación del plan de *slotting*:

Definición de tipos de ubicación

Se definieron dos tipos principales de ubicaciones: una destinada a *picking* y otra a *replenishment*. Las ubicaciones de *picking* se observan tanto en el ANEXO B en color verde, representando el nivel 1 y 2 de los racks, y en el ANEXO C, incluyendo todo mezzanine. Esta clasificación es crucial, ya que el sistema WMS prioriza las ubicaciones de mezzanine al generar la ruta de *picking*. En segundo lugar, considera las ubicaciones de los niveles 1 y 2 de los racks, las cuales fueron configuradas como zonas de *picking*. Finalmente, las ubicaciones a partir del nivel 3 en adelante quedan como la última opción dentro del proceso de selección ya que son ubicaciones de *replenishment*, estas se observan en el ANEXO B en color gris, sobre las ubicaciones de *picking*.

Cálculo de rotación del inventario (Análisis ABC)

Para este cálculo se utilizó una hoja de cálculo de Excel. Se procederá a detallar la metodología utilizada:

Fuente de datos:

Se utilizó una base de datos con la siguiente información:

Código del producto

Descripción

Consumo anual

Ordenamiento y acumulación

Los artículos fueron ordenados de mayor a menor de acuerdo con su consumo anual.

Se añadió la columna % acumulado anual, el cual se calculó usando la fórmula:

$$\% \text{ acumulado} = \text{SUMA}(\text{valor consumo hasta esa fila}) / \text{TOTAL consumo}$$

Ejemplo en Excel:

$$=B2/\text{SUMA}(\$B\$2:\$B\$5040)$$

Clasificación ABC

Con base en el porcentaje acumulado, los productos se clasificaron como:

Clase A: los primeros que acumulan hasta el 80% del valor.

Clase B: entre 80% y 95%.

Clase C: del 95% al 100%.

Este cálculo utilizó una fórmula condicional:

=SI.CONJUNTO(C2<=0.8;"A";C2<=0.95;"B";C2>0.95;"C")

El análisis de rotación de los productos en el almacén se realizó con el objetivo de optimizar su organización, esto con ayuda del Layout del almacén en el ANEXO B y ANEXO C, que de forma resumida se puede observar en la TABLA 3. Como se mencionó anteriormente, para simplificar el proceso, se consideraron únicamente dos tipos de ubicaciones: *picking* y *replenishment*. La ubicación *picking* comprende todas las ubicaciones en mezzanine, ya que, por configuración en el WMS, se prioriza el picking en esta zona, y también incluye los niveles uno y dos de los racks.

TABLA 3
ANALISIS DE ROTACIÓN ABC

ABC	Artículos
A	427
B	1210
C	3402
Total	5039

Por lo tanto, un producto de alta rotación no debería estar simultáneamente en *picking* y Mezzanine, ni físicamente ni en WMS, ya que ambas corresponden a ubicaciones de *picking*. Esto suele ocurrir principalmente cuando la persona encargada de perchar no verifica si existen más ubicaciones con el artículo al que se encuentran dándole ubicación, por ese motivo es importante la matriculación de artículos, para que el auxiliar de bodega no tenga que estar realizando esta verificación manual. En su lugar, se debe optar por asignar estas ubicaciones a productos tipo A que, de otro modo, no contarían con el espacio adecuado si no fuera por las optimizaciones realizadas durante los fines de semana mencionados.

Entre las consideraciones adicionales solicitadas por la Subgerente de Distribución es que en los racks no haya artículos de dimensiones pequeñas en los niveles uno y dos, ya que para quiere destinar el área de mezzanine para despachar este tipo de productos.

Con esta información, se procedió a realizar un análisis de la rotación de productos, considerando los 5039 SKUs que se mantenían en ese momento en el centro de distribución. Concluyendo y validando que muchos productos no se encuentran ubicados de tal forma que favorezcan el proceso de preparación de pedidos. Se realizó un análisis de cómo se encuentran ubicados los artículos en las ubicaciones, observamos los conteos de cantidades en picking en comparación con el tipo de artículo, observando que hay gran concentración de TIPO DE ARTÍCULO C en Nivel Picking como se ve en la Figura 3.2, y en su defecto, gran concentración de TIPO DE ARTÍCULO A en Nivel Altura como se observa en la Figura 3.3, implicando que constantemente se va a requerir realizar *picking* de altura, lo que aumentará el tiempo de preparación de pedidos.

Suma de Disponible		Nivel		Mezz	Picking	TOTAL	Lineas/año	Prom./mes	TIPO DE ARTÍCULO
Artículo	Descripción	Altura	Altura						
0K65A-15-100	Bomba de Agua				52	1	2	0	C
51712-25010	Discos de freno				36	1	4	0	C
8-94393-830-3	Bomba de Aceite				37	1	1	0	C
8-97942-972-0	Bomba de Agua				117	1	2	0	C
AF270FMX	Filtro de aire				125	1	2	0	C
AF405FMX	Filtro de aire				123	1	5	0	C
AS A67745	Alternador 12V 70Amp				14	1	1	0	C
D436-CE	Pastillas Frenos Cerámica				67	1	1	0	C
JH-340100	Bomba De Gasolina				103	1	3	0	C
JH-431700	Bomba De Gasolina				82	1	3	0	C
S336505	Profiline Detailer Cristales				39	1	4	0	C
S629705	MultiClean Shampoo Truck+Bus				9	1	2	0	C
TD52130057	SmartCharger TB8000				5	1	3	0	C
TH6815	LF 0986452060 PHS166 SPH4386				195	1	5	0	C
TH76220	LF PH500				239	1	4	0	C

Figura 3.2 Análisis de la ubicación de los productos por rotación en el almacén

Fuente: Elaboración propia

Suma de Disponible		Nivel		Mezz	Picking	TOTAL	Lineas/año	Prom./mes	TIPO DE ARTÍCULO
Artículo	Descripción	Altura	Altura						
0 242 135 548	Bujía YR75I133U		5400			1	269	22	A
0 242 229 687	22 Bujía WR8DCX R		8636			1	101	8	A
0 986 332 203	Relé 24V 10-20A		4373			1	12	1	A
1 987 302 814	ECO P21 12V 21/5Wp21/5W		12020			1	178	15	A
6-80193-68495-1	GREEN CONVENTIONAL 50/50 PACKAGED IN 6-1 GALLON JUGS		160			1	214	18	A
LF4021FMX	Filtro de aceite		6612			1	128	11	A
TE66212	GF 0450905976 ALG4586		878			1	62	5	A
UR2IFMX	Bujía FMX Iridium para motos		680			1	110	9	A
W5CFMX	Bujía FMX para motos		692			1	57	5	A
X5CFMX	Bujía FMX Iridium para motos		4			1	48	4	A

Figura 3.3 Análisis de la ubicación de los productos por rotación en el almacén

Fuente: Elaboración propia

Unificación de artículos

El personal operativo trabajó en la unificación de ubicaciones que estaban siendo utilizadas en exceso. Inicialmente, el almacén ocupaba aproximadamente 6,862 ubicaciones, pero tras el proceso de reorganización, se lograron liberar alrededor de 1,300 ubicaciones, que ahora pueden ser utilizadas para la recepción de nuevos productos. Esto se llevó a cabo antes de implementar los ajustes por rotación.

3.1.4. Análisis de costos de implementación

Para esta sección se considerará principalmente el costo por el personal que trabajó en tiempo extra para la realización de esta labor, para este cálculo consideramos los siguientes datos:

Costo hora hombre de personal operativo (CO): \$5.88

Horas trabajadas (H): 24 horas

Número de personas operativas (PO): 14 personas

Costo hora hombre de personal administrativo (CA): \$10.44

Horas trabajadas (H): 24 horas

Número de personas administrativas (PA): 1 persona

$$\begin{aligned}
 \text{Costo de implementación} &= CO \times H \times PO + CA \times H \times PA \\
 \text{Costo de implementación} &= \$5.875 \times 24 \times 14 \text{ Personas} + \$10.438 \times 24 \times 1 \text{ Persona} \\
 \text{Costo de implementación} &= \$2,225
 \end{aligned}$$

3.1.5. Implementación del plan de slotting

El proceso inicia conforme a lo establecido en el plan de slotting, es decir, con el movimiento físico de los artículos según los criterios previamente definidos durante

el diseño del método de *slotting*. Si bien esta estrategia es efectiva en la fase inicial, su sostenibilidad a largo plazo depende de la matriculación de artículos. Para esta parte se realizaron un total de 135 en WMS y entre 150 y 200 movimientos en físico, esto debido a diferencias encontradas entre ubicaciones durante la implementación que solo requerían movimientos físicos.

Esta configuración se lleva a cabo después de la reubicación de los productos en las zonas designadas y consiste en ajustar su configuración dentro del sistema WMS para garantizar su correcta asignación. Como parte del alcance del proyecto, estos ajustes solo se aplicarán a las ubicaciones de *picking*, ya que las ubicaciones a partir del nivel 3 en adelante están destinadas exclusivamente a *replenishment*.

El primer paso en la matriculación de artículos dentro del WMS es eliminar su historial de movimientos. Como se muestra en la Figura 3.4, un artículo puede tener múltiples ubicaciones históricas registradas. Esto significa que, al momento de su reabastecimiento, el sistema podría asignarlo a cualquiera de estas ubicaciones, sin priorizar la más adecuada.

Para gestionar esto, se debe acceder al menú Configuración > Artículo > [Artículo deseado] > Asignar ubicaciones. En esta sección, se visualiza el historial completo de ubicaciones por las que ha pasado el artículo. Si este proceso no se ha realizado previamente, es probable que el artículo tenga un gran número de ubicaciones registradas. En consecuencia, al momento de realizar los perchados, el sistema seleccionará una ubicación de forma arbitraria, sin considerar la zona óptima para su almacenamiento.

Por ejemplo, si un artículo en particular debe almacenarse en racks debido a sus dimensiones, es fundamental que su asignación se restrinja a esas ubicaciones específicas. En el sistema, las ubicaciones de racks pueden identificarse fácilmente, ya que sus códigos comienzan con las letras 'A' a 'J', mientras que las ubicaciones en *mezzanine* se identifican con la letra 'M'.

Tipo de ubicación	Ubicación	Capacidad mínima (cantidad inventari)	Capacidad máxima (cantidad inventari)	Reabastecimiento mínimo (cantidad)	Prioridad de reabastecimiento	Disponibles	Cantidad	Aumento	Preparado	Ejecutar
<input type="checkbox"/>	PREPARAR unidad (PC)	A1102B	0.00000	0.00000	UN	9	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	PREPARAR unidad (PC)	A1102A	0.00000	0.00000	UN	9	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	PREPARAR unidad (PC)	B0201B	0.00000	0.00000	UN	9	18	18	0	0
<input type="checkbox"/>	PREPARAR unidad (PC)	M03110D	0.00000	0.00000	UN	9	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	PREPARAR unidad (PC)	M18005A	0.00000	0.00000	UN	9	0	0	0	0

Figura 3.4 Ubicaciones históricas de un artículo en WMS

Fuente: Elaboración propia

Con lo anterior dicho, se procedió a eliminar el histórico de ubicaciones, quedando solo una ubicación, como se observa en la Figura 3.5, la cual será prioritaria al momento de reabastecer este producto. Esto se aplicará a todas las ubicaciones de *picking*, principalmente y con prioridad a las de racks, esto debido a la cantidad

limitada de las mismas, las ubicaciones de *picking* se pueden apreciar de mejor manera en el ANEXO B, pintadas de color verde, siendo un total de 366 ubicaciones de *picking* para 427 artículos como se observa en la TABLA 2 que corresponden a producto de alta rotación, distribuidos también en el área de mezzanine.

Artículo	Descripción	Propiedad	Paquete	Grupo envases	Estrategia de asignación física	Estrategia de asignación GENERAL	Estrategia de almacenamiento	Ubicación de lote	Zona	Clase de inventario interno	Precio bruto	Precio neto	Precio tasa	Volumen clase	Caso	Clase de artículo	Departame...
060118800000	Taladro OSB 1.2 RE	750	STD			GENERAL	STD	STD	Almacenam.		6.00000	6.00000	6.00000	10.00000	STD		
060128000000	Taladro de perforación OSB 13 RE Caja de c...	750	STD	STD		GENERAL	STD	STD	Almacenam.		2.27000	2.27000	0.00000	0.00000	STD		Estándar
060190800000	Taladro a Batería OSB 120 L1 2 Bat PL CS	750	STD	STD		GENERAL	STD	STD	BOSCH	ZONA DE R.	3.60000	1.60000	2.00000	6.00000	STD		

Tipo de ubicación	Ubicación	Capacidad mínima (unidad muestra)	Capacidad máxima (unidad muestra)	Subalmacenamiento mínimo / UEM	Prioridad de reabastecimiento	Disponibles	Cantidad	Asignado	Preparado	Episcopio
PREPARAR unidad (PC)	B0201B	0.00000	0.00000	UN		9	10	10	0	0

Figura 3.5 Ubicaciones históricas de un artículo en WMS modificado

Fuente: Elaboración propia

Como paso final para la matriculación de los artículos, se deberá bloquear la opción de mezclar artículos en dicha ubicación, como se observa en la Figura 3.6, con el fin de que se reserve para el ítem de alta rotación que corresponda. Para esto se debe acceder al menú Configuración > Ubicación > [Ubicación deseada] > Mezclar artículos

Ubicación	Tipo	Zona	Indicador	Categoría	Prioridad	Mezclar artículos	Mezclar ítems	Capacidad	Última clase de inventario recibido	Secuencia de procesamiento para los papeles de trabajo y depósitos	Recuento de transacciones
A4001B	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	SI	No	SI	13,800,000.00	0	0	0
A0702B	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	No	No	SI	13,800,000.00	0	0	0
A1001A	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	SI	No	SI	1,380	0	0	0
A1201B	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	SI	No	SI	13,800,000.00	0	0	0
A1202A	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	No	No	SI	13,800,000.00	0	0	0
A1201B	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	SI	No	SI	13,800,000.00	0	0	0
A1401B	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	SI	No	SI	13,800,000.00	0	0	0
A1501A	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	SI	No	SI	13,800,000.00	0	0	0
B0302A	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	No	No	SI	138,000,000.000	0	0	0
B0702A	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	No	No	SI	138,000,000.000	0	0	0
B0801A	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	SI	No	SI	3,010,560.000	0	0	0
B1201B	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	SI	No	SI	3,010,560.000	0	0	0
B1301A	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	SI	No	SI	3,010,560.000	0	0	0
B1302A	PREFABRICAR unidad (PC)	ZONA DE PICKING DE PT SENCILLA	Ninguno	Selectivo estándar	No	No	SI	138,000,000.000	0	0	0

Figura 3.6 Configuración de ubicaciones en WMS

Fuente: Elaboración propia

Capacitación del personal

Para garantizar una transición eficiente al nuevo sistema de organización de inventario, se brindó capacitación al personal del almacén (ANEXO E). Durante esta fase, se les informó sobre la nueva metodología de conservación, destacando la importancia de reducir la toma de decisiones individuales en la asignación de sitios, en línea con los objetivos del proyecto.

Los principales actores involucrados en esta capacitación fueron los auxiliares de almacén del área de recepción, encargados de la colocación de los artículos en las estanterías. Debido a su papel esencial en la distribución de productos en el almacén, su adaptación al nuevo sistema fue esencial para el éxito del proyecto.

Adicionalmente, quienes se encargan de reabastecer la mercadería de las ubicaciones de altura o *replenishment*, son los montacarguistas, quienes han sido cruciales para la meta del proyecto.

Al principio, el personal se quejaba a menudo porque muchas ubicaciones con productos matriculados parecían limitar el número de perchas. Esto se debe a que antes de la implementación, el personal estaba acostumbrado a colocar artículos en ubicaciones sugeridas arbitrariamente según el historial de movimiento en el WMS, lo que generaba una gran variabilidad en la asignación del espacio.

Sin embargo, una vez finalizado el proceso de matriculación de elementos de alta rotación, el personal pudo adaptarse sin problemas. Al eliminar el historial de ubicaciones anteriores y optimizar la asignación de espacio, el WMS comenzó a generar sugerencias de estanterías más consistentes, agilizando las operaciones y reduciendo la resistencia inicial al cambio, esta tarea en un principio tuvo que ser realizada por el coordinador del centro de distribución, para que después WMS pudiera trabajar con la misma.

3.1.6. Evaluación de resultados y mejora continua

Mensualmente se deberá analizar el movimiento de los productos, para establecer un histórico de rotación y determinar un periodo en que se realizará la revisión y se reubicarán nuevamente los artículos cuya rotación haya cambiado. El fin de esta labor es establecer, con criterio, un periodo de tiempo adecuado para la revisión de la rotación y ajustes en WMS, principalmente por lo laborioso que puede llegar a ser si pasa demasiado tiempo. Para monitorizar la distribución del almacén se estableció un dashboard, el cual se muestra en forma de semáforo con varios parámetros y términos conocidos en el centro de distribución. Para un mejor entendimiento, se definirán los siguientes términos:

Mezzanine / Zona Picking / Zona Alta: Estas zonas comprenden la proporción de artículos de cada tipo que se encuentran exclusivamente en estas zonas, entendiendo mezzanine y zona picking corresponden a zonas donde se realiza *picking*, y zona alta como zona *replenishment*.

Multi-Zona: Comprende la proporción de artículos que se encuentran en más de una de las zonas antes mencionadas.

El objetivo del dashboard en la Figura 3.7 es mantener una alta proporción de productos tipo A en las zonas de *picking*, principalmente en Zona Picking cuyo espacio es más limitado, en cambio Mezzanine siempre será predominante de productos tipo C debido a que es una zona donde no solo se almacenan productos pequeños para *picking*, sino también muchos productos de baja rotación que se tienen en menor cantidad, esto con el fin de ahorrar el espacio en los racks.



Figura 3.7 Dashboard de control para slotting

Fuente: Elaboración propia

Con esta información, se procederá al análisis de los indicadores definidos previamente.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizó el levantamiento de la información de los KPIs previamente establecidos para el proyecto, obteniendo los siguientes resultados:

Tiempo de preparación de pedidos

En la descripción del problema, se estableció que el tiempo promedio de preparación de pedidos era de 20.14 minutos. Durante los meses de diciembre y enero, se comenzó a implementar las técnicas de slotting previamente detalladas, lo que ha generado una reducción preliminar en el tiempo promedio de preparación, situándolo actualmente en 18.60 minutos por orden.

Esta mejora representa un avance significativo hacia el objetivo planteado y ha sido verificada mediante el sistema BI de la empresa, utilizado en el centro de distribución para el monitoreo y análisis de datos operativos, cuyo dashboard se observa en la Figura 4.1. Cabe mencionar que este indicador se calcula automáticamente en el sistema BI de la empresa y siempre se está mostrando en un televisor que se encuentra en piso.

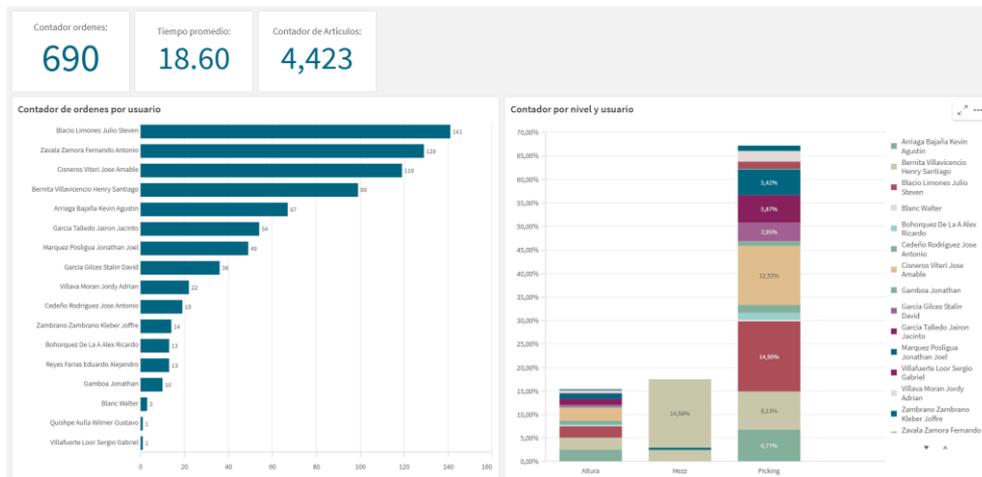


Figura 4.1 Rendimiento de proceso de picking del centro de distribución

Fuente: Reporte de 'Rendimiento Picking GYE' generado en el BI de la empresa, 2025

Reducción en errores de picking por mercancía sobrante y faltante

En 2025, durante el mes de enero, se han registrado 27 casos en los que un producto fue enviado a ubicaciones de mercadería faltante, y en febrero 5 casos, es decir, no se encontró el producto en la ubicación que debería según WMS, por lo que fue movido a una ubicación ficticia para evitar entorpecer el proceso de despacho, en caso de que se encuentre posteriormente, será devuelto a su ubicación, tanto físicamente como en WMS. Según la Figura 1.2 del Capítulo 1, durante 2024 se reportaron un total de 642 incidencias de mercancía extraviada, lo que representa un promedio mensual de 54 casos, también vale la pena mencionar

su comparativa con enero del 2024, donde se tuvieron 41 casos de mercadería enviada a ubicación de faltante. Estos datos sugieren una mejora en este indicador.

Además, este factor está estrechamente relacionado con los errores en picking debido a faltantes de inventario. Durante el primer semestre de 2024, se registraron 75 incidencias en las que el proceso de picking se vio afectado por la ausencia de mercadería, como se muestra en la Figura 1.1 y teniendo en promedio 12.5 casos por mes durante este tiempo. En contraste, en enero del 2025, solo se reportaron 3 incidencias de unidades faltantes en órdenes de despacho, y en febrero se registró 1 caso, según el archivo consolidado por los coordinadores del centro de distribución, lo que se evidencia en la Figura 4.2. Estos resultados reflejan una mejora en la reducción de errores asociados a la disponibilidad de inventario. Este indicador se llena con información manual por parte del personal administrativo del centro de distribución, es decir, los coordinadores, asistentes y planificador de distribución, ya que en su mayoría se recogen cuando existe un reclamo, por lo que no se tiene una forma de automatización de momento. Es importante esta parte en relación con los niveles de inventario mencionados anteriormente, ya que ayuda a amortiguar sus efectos, ya que de estos valores tiene control la parte de abastecimiento de la empresa, mas no la parte del centro de distribución.

REGISTRO DE ERRORES EN EL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN 2025									
Mes	Auxiliar	Tarea	Error	FECHA Y HORA	Ruta	¿Corregido en bodega?	¿Llegó al cliente?	RESULTADO	
Enero	Marquez Posigua Jonathan Joel	Picking	Unidades faltantes	22/01/2025	GS Kywi	No	Si	Nota de crédito por las unidades...	
Enero	Bermis Villavicencio Henry Santi...	Picking	Unidades faltantes	27/01/2025	Local	No	Si	Reposición	
Enero	Castro Salvatierra Roberto Estua...	Embalaje	Unidades faltantes	27/01/2025	Local	No	Si	Reposición	
Feb.	Zambrano Zambrano Kieber Joffre	Picking	Unidades faltantes	03/02/2025	GS Kywi	No	Si	Nota de crédito por las unidades...	
Feb.	Castro Salvatierra Roberto Estua...	Embalaje	Intercambio de etiquetas	04/02/2025	Provin...	No	No	Se gestiona en la siguiente ruta	
Feb.	Villala Moran Jordy Adrian	Despacho	Carga de mercancía sin d...	17/02/2025	Provin...	No	Si	Reclamo por parte de RBEQ	

Figura 4.2 Registro de errores en el centro de distribución 2025

Fuente: Elaboración propia

El resumen de los resultados obtenidos se observa en la TABLA 4:

TABLA 4

RESUMEN DE LOS INDICADORES PROPUESTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Indicador	Antes	Ahora
Tiempo de preparación de pedidos	20.14 minutos	18.6 minutos
Reducción de errores de picking por mercancía sobrante y faltante	12.5 casos/mes	3 casos en enero y 1 en febrero

Existen algunos resultados importantes que se obtuvieron adicionales a los indicadores iniciales, que son implicaciones directas de los mismos:

Incremento en la productividad

Durante el proceso de implementación del proyecto, el centro de distribución tuvo una reducción de personal no planificada, por lo que los resultados inmediatos que pudieron percibirse fueron útiles para reducir el impacto de la falta del personal al aprovechar mejor la mano de obra.

Aprovechamiento del espacio

Se mencionó en la parte de la implementación que se lograron reducir 1,300 ubicaciones con la unificación previa a la implementación, lo cual también permitió que, al momento de la redistribución de mercadería, la falta de ubicaciones no fuera un problema.

Alineación con estrategias Lean y de mejora continua

Otra parte que resulta interesante recalcar como parte del proyecto es que esto también beneficia a la reducción de desperdicios, principalmente a los movimientos innecesarios y los tiempos de espera.

4.1. Barreras y factores de éxito

4.1.1. Barreras encontradas

Resistencia al cambio

Uno de los principales desafíos durante la etapa de implementación fue la resistencia del personal del área de recepción a las nuevas pautas del proceso de perchado. Este cambio representaba una modificación significativa en su forma de trabajo, lo que generó dificultades iniciales, especialmente durante la fase de transición.

Como en cualquier proceso de cambio, hubo un período de adaptación en el que se presentaron múltiples quejas por parte del personal operativo y el proceso se entorpeció. La principal preocupación radicaba en las limitaciones impuestas por el sistema con las nuevas configuraciones, lo que generó incertidumbre hasta que los trabajadores lograron comprender completamente la nueva metodología y sus beneficios.

Limitaciones tecnológicas

El WMS ofrece múltiples opciones para optimizar la gestión en un centro de distribución; sin embargo, una de sus principales limitaciones es la falta de capacitación en muchas de estas funciones. La adquisición de este conocimiento generalmente requiere consultorías especializadas, lo que incrementaría significativamente el presupuesto disponible para el presente proyecto.

4.1.2. Factores de éxito

Experiencia del personal operativo

Si bien el personal operativo encargado del perchado fue el más afectado por los cambios, es importante destacar el papel de los montacarguistas en este proceso. Ellos son responsables de reabastecer las ubicaciones una vez que el stock ha ingresado al almacén, por lo que la implementación de estándares definidos no solo facilitó su labor, sino que también la hizo más eficiente. Su contribución fue clave para el éxito de la implementación.

Impacto en la eficiencia del proceso

A medida que avanzaba la implementación, las quejas del personal de picking por la asignación frecuente de órdenes en altura comenzaron a disminuir debido a que el producto de alta rotación fue ubicado en zonas de fácil acceso, tales como el nivel 1 y 2 de los racks, y mezzanine, lo que es una consecuencia directa del slotting, y va en línea con los objetivos del proyecto, ya que, se podía realizar el picking de manera más eficiente y rápida, mejorando así los tiempos de preparación de pedidos. Del mismo modo, se redujeron los reclamos relacionados con la necesidad de apoyo de montacarguistas, ya que en muchas ocasiones estos se encontraban ocupados en otras tareas al momento de ser requeridos. Este ajuste también tuvo un impacto positivo en la eficiencia del proceso en general.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Se logró reducir la carga de decisión del personal operativo mediante la configuración del WMS, la matriculación de artículos y la unificación de productos. Para esta implementación, se requirió la participación de 14 operarios y 1 administrativo, con una inversión operativa de \$2,225.
2. Se implementó un sistema de *slotting* estructurado utilizando las herramientas disponibles, lo que permitió definir ubicaciones específicas para los productos. Esto facilitó la tarea del personal encargado del perchado, asegurando una colocación más rápida y precisa de los materiales en las perchas gracias a la integración con el WMS.
3. Se establecieron los indicadores clave 'Tiempo de preparación de pedidos' y 'Reducción en errores de picking por mercancía sobrante y faltante' para medir el impacto de la implementación. Los resultados obtenidos reflejan una mejora significativa en ambos aspectos, alineándose con los objetivos esperados del proyecto.
4. Se diseñó e implementó un dashboard de control que proporciona información en tiempo real sobre la distribución y proporción de productos en el almacén. Esta herramienta permite al personal administrativo del CD, especialmente al ingeniero de procesos, identificar cuándo es necesario realizar un nuevo análisis y tomar decisiones basadas en datos.
5. Los indicadores clave mostraron una mejora significativa tras la implementación del proyecto. El tiempo promedio de preparación de pedidos se redujo de 20.14 minutos a 18.60 minutos, mientras que los errores de picking disminuyeron de 12.5 casos en promedio mensual en 2024 a 3 casos en enero de 2025, y un caso en febrero, quedando a la espera de los resultados el resto del año.

5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda establecer una comunicación clara y estructurada con el personal operativo sobre los cambios en el sistema de slotting y su impacto en el trabajo diario. Para garantizar su colaboración, es fundamental explicar los beneficios directos que estos cambios aportarán a sus tareas. Se sugiere realizar capacitaciones breves y reuniones periódicas para alinear expectativas y resolver dudas, esto puede ser incluido en las reuniones matinales que se realizan todos los días antes de comenzar la jornada.
2. Se recomienda programar consultorías adicionales con el proveedor del WMS para optimizar su uso y configurar herramientas clave que aún no han sido implementadas. Durante este proyecto, se identificó la falta de configuración del Cherry Pick, lo cual consiste en el reabastecimiento automático del área de mezzanine lo que impide un reabastecimiento más eficiente. Implementar esta función permitirá mantener la zona siempre abastecida, mejorando significativamente el proceso de picking.

BIBLIOGRAFÍA

- GUERRA, C. A. H. (2017). *DISEÑO Y APLICACIÓN DE SLOTTING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE PICKING EN UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN*.
- GÓMEZ-MONTOYA, R. A., CANO, J. A., & CAMPO, E. A. (2018). *Gestión de la asignación de posiciones (Slotting) eficiente en centros de distribución agroindustriales*. *Revista Espacios*, 39(16).
- Duque Jaramillo, J. C., Cuellar Molina, M., & Cogollo Flórez, J. M. (2020). *Slotting y picking: una revisión de metodologías y tendencias*. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(3), 514-527.
- Dávila García, T. M. (2019). *Sistema WMS (Warehouse Management System) para una empresa PYME (Pequeña y Mediana Empresa) del Ecuador dedicada a la comercialización de productos* (Master's thesis, Espol).
- Vidal, B. P., Soler, V. G., & Molina, A. I. P. (2018). *Metodología Six Sigma. Comparación entre ciclo PDCA y DMAIC*. In *Cuadernos de investigación aplicada* (pp. 27-34). *3ciencias*.
- Zuluaga, C. A. C., Gallego, M. C. V., & Urrego, J. A. C. (2011). *Clasificación ABC Multicriterio: tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos*. *ITECKNE: Innovación e Investigación en Ingeniería*, 8(2), 163-170.

ANEXOS

ANEXO A

APROBACIÓN DEL PROYECTO POR PARTE DE LA EMPRESA

12/12/24, 9:31 PM

Correo de Grupo Berlin - Aprobación de proyecto de titulación - Carlos Guerrero



Bryan Guerrero <bryan.guerrero@grupoberlin.com>

Aprobación de proyecto de titulación - Carlos Guerrero

2 mensajes

Bryan Guerrero <bryan.guerrero@grupoberlin.com>
 Para: Daniela Alcivar <daniela.alcivar@grupoberlin.com>

12 de diciembre de 2024, 17:24

Buenas tardes, Daniela

De acuerdo con lo conversado, le comparto mi propuesta del proyecto:

"Implementación de técnicas de slotting y almacenamiento en un centro de distribución con WMS"

Por favor su aprobación para la realización del proyecto en mención en el centro de distribución de la empresa.

Saludos,

Bryan Guerrero
 Coordinador del Centro de Distribución

Parque Industrial Pascuales
 km 16 vía a Daule
 Guayaquil - Ecuador
 bryan.guerrero@grupoberlin.com
 T +593 4 600 5891 x419 / 424
 www.boschecuador.com



Este mensaje es confidencial y exclusivamente dirigido a su(s) destinatario(s). En caso de haber recibido este mensaje por error, elimínelo y considere que la distribución, copia o utilización de este mensaje, o de cualquier documento adjunto al mismo, cualquiera que fuera su finalidad, están prohibidos por la ley.

La Política de Privacidad de Datos de Tecnova S.A. está disponible en <https://www.boschecuador.com/politicas-de-privacidad>, donde se explica nuestro tratamiento de información privada en cumplimiento a la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales.

Propuesta de proyecto_Carlos Guerrero_RevMFLS_08082024-signed.pdf
 811K

Daniela Alcivar <daniela.alcivar@grupoberlin.com>
 Para: Bryan Guerrero <bryan.guerrero@grupoberlin.com>

12 de diciembre de 2024, 21:09

Hola Carlos

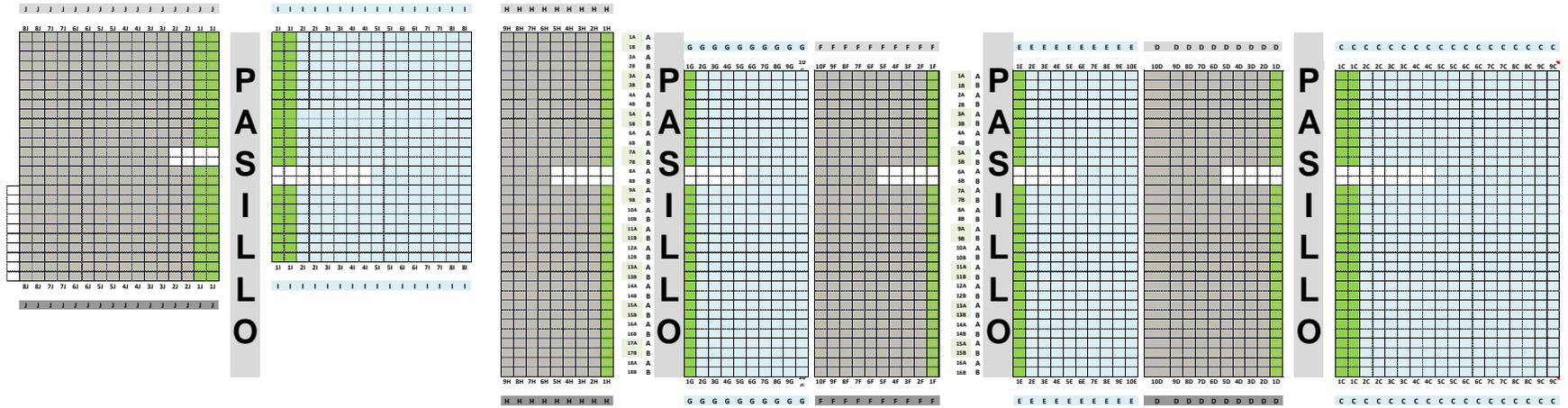
Revisado el tema, y aprobado/

Saludos

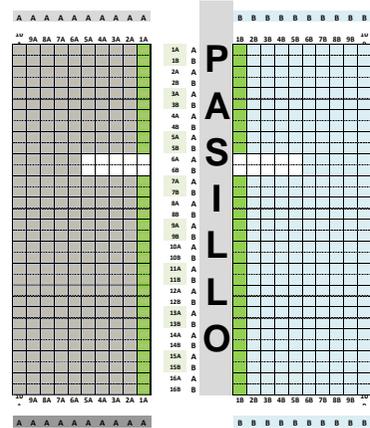
[El texto citado está oculto]

ANEXO B

Layout del almacén (Racks)



ZONA DE DESPACHO



ZONA DE DESPACHO

ANEXO D

APROBACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO POR PARTE DE LA EMPRESA

2/13/25, 2:21 PM

Correo de Grupo Berlin - Aprobación de proyecto de Situación - Carlos Guerrero

Bryan Guerrero <bryan.guerrero@tecnova.com.ec>
Para: Daniela Alcivar <daniela.alcivar@tecnova.com.ec>

13 de febrero de 2025, 12:17

Buen día, Daniela

Se da por concluida la implementación del proyecto "Implementación de técnicas de slotting y almacenamiento en un centro de distribución con WMS", por favor su aprobación de lo realizado de acuerdo con lo conversado, durante el mes de marzo se empezará con el control posterior para evaluar los resultados durante los siguientes meses.

Saludos,

Bryan Guerrero
Coordinador del Centro de Distribución

Parque Industrial Pascuales
km 16 vía a Daule
Guayaquil - Ecuador
bryan.guerrero@tecnova.com.ec
T +593 4 600 5891 x418 / 424
www.tecnova.com.ec



Este mensaje es confidencial y exclusivamente dirigido a su(s) destinatario(s). En caso de haber recibido este mensaje por error, elimínelo y considere que la distribución, copia o utilización de este mensaje, o de cualquier documento adjunto al mismo, constituye una falta su libertad, estar prohibida por la ley.

La Política de Privacidad de Datos de Tecnova S.A. está disponible en <https://www.tecnova.com.ec/politica-de-privacidad>, donde se explica nuestro tratamiento de información privada en cumplimiento a la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales.

[El texto citado está oculto]

Daniela Alcivar <daniela.alcivar@tecnova.com.ec>
Para: Bryan Guerrero <bryan.guerrero@tecnova.com.ec>

13 de febrero de 2025, 12:42

Buenas tardes Carlos

Queda aprobada la implementación realizada.

Saludos

ANEXO E

CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE LA FORMA DE TRABAJAR CON SLOTTING EN EL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

GRUPO BERLIN		Registro de Participación	
		No.	
Empresa: <u>Tecnova</u>			
Tema: <u>Capacitación Slotting</u>			
Tipo: <input type="checkbox"/> Curso <input type="checkbox"/>		Charla <input checked="" type="checkbox"/> Comunicación <input type="checkbox"/>	
Lugar: <u>Tecnova CD</u>		Horario: <u>AM</u>	
Fecha: <u>07-01-2025</u>		Duración: <u>20 minutos</u>	
Cod. de Marcación	Nombre	Firma	
1. <u>4159</u>	<u>Elión Zambrano</u>		
2. <u>4630</u>	<u>Adas Rodas</u>		
3. <u>4318</u>	<u>Juan C...</u>		
4. <u>4633</u>	<u>Blanc Walthor</u>		
5. <u>3352</u>	<u>Kleber Zambrano</u>		
6. <u>4110</u>	<u>Stalin Garcia</u>	<u>Stalin Garcia</u>	
7. <u>3323</u>	<u>Ramiro Cruz</u>		
8. <u>4200</u>	<u>Thom Cruz</u>		
9. <u>3670</u>	<u>Tucio Bwgo</u>		
10. <u>4612</u>	<u>Wilmar C...</u>		
11. <u>4319</u>	<u>Sten J...</u>		
12. <u>291</u>	<u>Jos. C...</u>		
13. <u>4802</u>	<u>Judy V...</u>		
14. <u>3681</u>	<u>J. C...</u>		
15. <u>3010</u>	<u>Severo Vallejo</u>		
16. <u>1980</u>	<u>Paul H...</u>	<u>Paul H...</u>	
17. <u>1010</u>	<u>Fredy M...</u>		
18. <u>1035</u>	<u>Miguel Espinosa</u>	<u>Miguel Espinosa</u>	
19. <u>1142</u>	<u>Rafael ...</u>		
20.			
21.			
22.			
23.			
24.			
25.			
Nombre de instructor: <u>Carlos Guerrero</u>		Firma:	
Elaborado por <u>M. De Mora</u>	Aprobado por <u>M.A.</u>	Aprobado por: <u>CPvC</u>	Fecha: <u>Oct31/2016</u>
			Versión <u>3.3</u>

ANEXO F

APROBACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO POR PARTE DE LA EMPRESA

3/7/25, 3:30 PM

Correo de Grupo Berlin - Resultados: Resultados de la Implementación



Bryan Guerrero <bryan.guerrero@tecnova.com.ec>

Resultados: Resultados de la Implementación

2 mensajes

Bryan Guerrero <bryan.guerrero@tecnova.com.ec>
 Para: Daniela Alcivar <daniela.alcivar@tecnova.com.ec>

7 de marzo de 2025, 15:09

Buenas tardes, Daniela

Le comparto los resultados de la implementación

Indicador	Antes	Ahora
Tiempo de preparación de pedidos	20.14 minutos	18.6 minutos
Reducción en errores de picking por mercancía sobrante y faltante	12.5 casos/mes	3 casos en enero y 5 en febrero

Por favor su aprobación para continuar recolectando estos indicadores de forma continua para el centro de distribución.

Saludos,

Bryan Guerrero
 Coordinador del Centro de Distribución
 Parque Industrial Pascuales
 km 16 vía a Daule
 Guayaquil - Ecuador
 bryan.guerrero@tecnova.com.ec
 T +593 4 600 5891 x418 / 424
 www.tecnova.com.ec



Este mensaje es confidencial y exclusivamente dirigido a su(s) destinatario(s). En caso de haber recibido este mensaje por error, elimínelo y considere que la distribución, copia o utilización de este mensaje, o de cualquier documento adjunto al mismo, cualquiera que fuera su finalidad, están prohibidas por la ley.

La Política de Privacidad de Datos de Tecnova S.A. está disponible en <https://www.tecnova.com.ec/politicas-de-privacidad>, donde se explica nuestro tratamiento de información privada en cumplimiento a la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales.

Daniela Alcivar <daniela.alcivar@tecnova.com.ec>
 Para: Bryan Guerrero <bryan.guerrero@tecnova.com.ec>

7 de marzo de 2025, 15:27

Buenas tardes

Aprobado, quedan revisados y constatados los resultados.

Saludos