

TRABAJO DE GRADO
DISEÑO DE ESTRATEGIAS PICKING Y SU EVALUACIÓN
MEDIANTE EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP) EN UNA EMPRESA
DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL

Estudiante

JULIO CESAR MARTINEZ CORTES

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA LOGÍSTICA Y DE OPERACIONES
BOGOTÁ D.C.

2025

TRABAJO DE GRADO
DISEÑO DE ESTRATEGIAS PICKING Y SU EVALUACIÓN
MEDIANTE EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP) EN UNA EMPRESA
DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL

Estudiante

JULIO CESAR MARTINEZ CORTES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero en logística y Operaciones

Asesor

JULIÁN ALBERTO SARRIA DORADO

Magister en Ingeniería

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA LOGÍSTICA Y DE OPERACIONES
BOGOTÁ D.C.

2025

Autoridades Académicas

Fray. ÁLVARO JOSÉ ARANGO RESTREPO

Rector General

Fray. MAURICIO ANTONIO CORTES

Vicerrector Académico General

Fray. JAVIER ANTONIO HINCAPIÉ ARDILA

Decano de División de Ingenierías

Ing. MAGDA VIVIANA MONROY SILVA

Decano (a) Facultad de Ingeniería Industrial

Ing. NÉSTOR GERMAN GONZÁLEZ SIABATO

Coordinador del Programa de Ingeniería en Logística y Operaciones

Nota de Aceptación

Ing. MAGDA VIVIANA MONROY SILVA

Decano (a) de Facultad de Ingeniería Industrial

Ing. NÉSTOR GERMAN GONZÁLEZ SIABATO

Coordinador del Programa de Ingeniería en Logística y Operaciones

Ing. JULIÁN ALBERTO SARRIA DORADO

Director Trabajo de Grado

Ing. MARÍA YOLANDA CABRA COPETE

jurado

jurado

Bogotá D.C., noviembre de 2025.

A mi madre querida, Flabia Rosario Cortes, gracias por darme la vida; siempre soñé con dedicarte este triunfo.

También dedico este título, con todo mi amor y gratitud, a mi esposa Jenny Soledad Gutiérrez Solórzano, mi compañera de vida, y a mis hijas Paula Camila y Juana Valentina, quienes son mi fuente de inspiración. Gracias por su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado, por esperarme durante el tiempo en que cumplí mi misión como Soldado de la Patria y ahora por alentarme a alcanzar este logro tan especial, que es tanto mío como de ustedes. Las adoro.

Agradecimientos

Quiero agradecer, en primer lugar, a Dios, por todas las bendiciones y oportunidades que me brinda cada día, por darme la fuerza y la voluntad para luchar por la vida que me regaló. Reconozco que sin su amor no soy nada.

A todos mis profesores, les expreso mi más profundo agradecimiento por su dedicación, apoyo y orientación a lo largo de mi carrera universitaria. Su guía ha sido invaluable y siempre la recordaré. En especial, agradezco a mi director de proyecto de investigación, Ingeniero Sarria, cuya influencia ha sido fundamental en mi crecimiento académico y personal.

Finalmente, no puedo dejar de mencionar a mis compañeros de estudio. Gracias por su apoyo, por su compañía en los momentos más difíciles de esta hermosa carrera y, sobre todo, por la amistad que me brindaron. Me hubiera gustado graduarme junto a todos ustedes; sin embargo, estábamos en diferentes etapas y, en muchos casos, en carreras distintas. Me voy con la satisfacción de haber compartido experiencias y construido grandes amistades. Solo me queda alentarlos para que también alcancen este logro y expresar mi deseo de que algún día podamos trabajar juntos en el ámbito profesional y productivo.

A todos mil gracias...

Contenido

Contenido.....	7
Resumen Ejecutivo	12
Executive Summary	13
Introducción	14
1. Planteamiento del problema.....	16
Pregunta de Investigación	17
2. Justificación	18
3. Objetivo.....	20
3.1. Objetivo General.....	20
3.2. Objetivos Específicos.....	20
4. Metodología.	21
5. Marco Teórico.....	23
5.1. Antecedentes	30
6. Diagnóstico Centro Logístico de la empresa objeto de estudio.....	34
6.1. Caracterización del proceso picking en la empresa objeto de estudio.....	34
6.2. Caracterización del centro de distribución.....	39
6.3. Indicadores centro de distribución.	48
6.4. Muestra representativa de ítems almacenados.....	50
6.5. Análisis de marco lógico.....	51
7. Diseño de Estrategias y Propuestas de Mejora para el Proceso Picking.....	54
7.1. Estrategia de Picking No. 1. “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.	54
7.2. Estrategia de Picking No. 2. “Metodología ABC – Batching – por pedido”	61
7.3. Estrategia de Picking No. 3. “Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”	67
7.4. Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”	72
7.5. Estrategia de Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”	77
8. Evaluación.....	81

9.	Conclusiones	87
10.	Recomendaciones	89
11.	Referencias.....	91

Índice de Tablas

TABLA 1. OBJETIVOS CLAVE DEL PROCESO DE PICKING.	25
TABLA 2. TIPOS DE PICKING UTILIZADOS EN LA GESTIÓN DE ALMACENES.	26
TABLA 3. TECNOLOGÍAS APLICADAS AL PROCESO DE PICKING.	27
TABLA 4. MODELOS DE MEJORA EN EL PICKING.	27
TABLA 5. ESTRATEGIAS CLAVE PARA EL DISEÑO Y CONTROL DEL PROCESO DE PICKING.	28
TABLA 6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE PICKING.	29
TABLA 7. DIAGRAMA DE FLUJO Y ACTIVIDADES PROCESO DE PICKING DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO.	35
TABLA 8. PROCESO PICKING POR PEDIDO – ALMACENAMIENTO ALEATORIO – TOMA DE TIEMPOS DE RECOLECCIÓN.....	37
TABLA 9. RECURSOS HUMANOS.	48
TABLA 10. ANÁLISIS DEL PROCESO PICKING VS SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y EL IMPACTO NEGATIVO EN LA PREPARACIÓN DE PEDIDOS.	50
TABLA 11. ANÁLISIS DE DISPERSIÓN EN EL ALMACENAMIENTO, RELACIONADA CON LA DEMANDA.....	55
TABLA 12. VENTAJAS Y DESVENTAJAS TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA NO.1.....	60
TABLA 13. METODOLOGÍA CLASIFICACIÓN ABC.	62
TABLA 14. CLASIFICACIÓN ABC, RELACIONADA CON EL ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	62
TABLA 15. VENTAJAS Y DESVENTAJAS TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA NO.2.....	66
TABLA 16. CLASIFICACIÓN ABC, RELACIONADA CON EL ANÁLISIS FRECUENCIA DE LA DEMANDA.	67
TABLA 17. FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN DE LOS ÍTEMS EN LA DEMANDA, CON RELACIÓN A LAS ÓRDENES DE PEDIDO (2025-1).	68
TABLA 18. ESTRATEGIA DE RUTEO POR CATEGORÍA ABC Y FRECUENCIA DE UTILIZACIÓN.....	69
TABLA 19. VENTAJAS Y DESVENTAJAS TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA NO.3.....	71
TABLA 20. CLASIFICACIÓN ABC, RELACIONADA CON EL ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	73

TABLA 21. PLANEAMIENTO DEL PROCESO PICKING MEDIANTE LA TÉCNICA DE BATCHING, RELACIONADO CON EL ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y EL ANÁLISIS DE LOS PEDIDOS QUE COMPARTEN ÍTEMS O ZONAS DE RECOLECCIÓN.	73
TABLA 22. VENTAJAS Y DESVENTAJAS TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA NO.4.....	76
TABLA 23. CLASIFICACIÓN ABC, RELACIONADA CON EL ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	77
TABLA 24. VENTAJAS Y DESVENTAJAS TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA NO.5.....	80
TABLA 25. CARACTERIZACIÓN DEL PERSONAL DE EXPERTOS.	81
TABLA 26. IDENTIFICACIÓN DE CRITERIOS MÁS RELEVANTES APLICADOS AL PICKING.....	82
TABLA 27. EVALUACIÓN DE EXPERTOS - RESULTADOS CONSOLIDADOS MEDIANTE PONDERACIÓN.....	84
TABLA 28. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE EXPERTOS - ESTRATEGIA PICKING DISEÑADAS.	86
TABLA 29. PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. JAZMÍN CAMACHO.	95
TABLA 30. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. JAZMÍN CAMACHO.	95
TABLA 31. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS POR CRITERIO – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. JAZMÍN CAMACHO.	95
TABLA 32. PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. JHONATHAN TORRES.....	96
TABLA 33. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. JHONATHAN TORRES.....	97
TABLA 34. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS POR CRITERIO – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. JHONATHAN TORRES.....	97
TABLA 35. PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. HERNÁN JAVIER CASTILLO CERÓN.....	98
TABLA 36. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. HERNÁN JAVIER CASTILLO CERÓN.....	98
TABLA 37. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS POR CRITERIO – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. HERNÁN JAVIER CASTILLO CERÓN.....	99
TABLA 38. PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. ROY FERNÁN URIBE VALENCIA.....	99
TABLA 39. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. ROY FERNÁN URIBE VALENCIA.....	100
TABLA 40. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS POR CRITERIO – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. ROY FERNÁN URIBE VALENCIA.	100

TABLA 41. PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. JULIAN ALBERTO SARRIA DORADO _ ESTUDIANTE. JULIO CESAR MARTÍNEZ.	101
TABLA 42. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. JULIAN ALBERTO SARRIA DORADO _ ESTUDIANTE. JULIO CESAR MARTÍNEZ.	101
TABLA 43. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS POR CRITERIO – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. JULIAN ALBERTO SARRIA DORADO _ ESTUDIANTE. JULIO CESAR MARTÍNEZ.....	102
TABLA 44. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS POR CRITERIO – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. MARTHA ARISTIZÁBAL.....	102
TABLA 45. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. MARTHA ARISTIZÁBAL.....	103
TABLA 46. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS POR CRITERIO – EVALUACIÓN DE EXPERTO ING. MARTHA ARISTIZÁBAL.....	103

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. PICKING POR PEDIDO – ORDEN DE PEDIDO NP-5003645 – REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ALMACENAMIENTO.....	38
ILUSTRACIÓN 2. PLANO GENERAL CENTRO LOGÍSTICO DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO.....	40
ILUSTRACIÓN 3. PANORÁMICA ACTUAL ALMACÉN DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO, (2025).	41
ILUSTRACIÓN 4. ÁREA DE INTERÉS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, ESTANTERÍAS DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO.....	43
ILUSTRACIÓN 5. OPERACIÓN DE PICKING POR PEDIDO Y GESTIÓN DE SLOTTING.	44
ILUSTRACIÓN 6. “ESTIBADOR ELÉCTRICO CAPACIDAD 1.2 TONELADAS - 3 METROS DE ALTURA”.....	45
ILUSTRACIÓN 7. “ESTIBADOR ELÉCTRICO CAPACIDAD 2.2 TONELADAS - 4.8 METROS DE ALTURA”.....	46
ILUSTRACIÓN 8. “ESTIBADOR MANUAL CAPACIDAD 1.2 TONELADAS”.	47
ILUSTRACIÓN 9. PERSONAL OPERATIVO, VISITA TÉCNICA REALIZADA A LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO. (2025).....	48
ILUSTRACIÓN 10. INDICADORES LOGÍSTICOS DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO, (2024).	49
ILUSTRACIÓN 11. ÁRBOL DE PROBLEMAS CAUSAS Y EFECTOS.	51
ILUSTRACIÓN 12. ÁRBOL DE OBJETIVOS (MEDIOS Y FINES).....	52
ILUSTRACIÓN 13. ESTRATEGIA OPTIMA, (ACTIVIDADES - ACCIONES - FINES).....	53

ILUSTRACIÓN 14. ESTRATEGIA DE ALMACENAMIENTO ALEATORIO Y PICKING POR PEDIDO, LAYOUT ACTUAL.	57
ILUSTRACIÓN 15. METODOLOGÍA DE AGRUPACIÓN – BATCHING – POR PEDIDO..	59
ILUSTRACIÓN 16. PROPUESTA METODOLOGÍA CLASIFICACIÓN ABC. ALMACENAMIENTO Y REUBICACIÓN FÍSICA DE PRODUCTOS.	63
ILUSTRACIÓN 17. ESTRATEGIA DE PICKING NO. 2. "METODOLOGÍA ABC – BATCHING – POR PEDIDO".	65
ILUSTRACIÓN 18. ESTRATEGIA DE PICKING NO.3, METODOLOGÍA ABC - FRECUENCIA – BATCHING – POR PEDIDO.	70
ILUSTRACIÓN 19. ESTRATEGIA DE PICKING NO. 4. “METODOLOGÍA ABC – BATCHING CON CLASIFICACIÓN POSTERIOR”.	75
ILUSTRACIÓN 20. ESTRATEGIA DE PICKING NO. 5.“METODOLOGÍA ABC – BATCHING – POR PEDIDO – ZONAS”.	79

Índice de Anexos

ANEXO NO.1. EVALUACIÓN DE EXPERTOS.....	95
---	----

Resumen Ejecutivo

Este proyecto de investigación aplicada se desarrolló en un centro de distribución ubicado en Yumbo, Valle del Cauca, perteneciente al sector agroindustrial, específicamente en la producción de té. El proceso de preparación de pedidos presenta ineficiencias operativas derivadas de un esquema de almacenamiento mixto y una recolección por artículos, lo que ocasiona recorridos extensos y tiempos elevados en el picking.

El objetivo principal del estudio fue diseñar estrategias de picking que mejoren el alistamiento de pedidos, reduciendo los tiempos de operación y los desplazamientos dentro del centro de distribución. Para ello, se realizó un diagnóstico del proceso actual y una caracterización del centro de distribución, complementada con el análisis de la demanda histórica. Posteriormente, se diseñaron estrategias basadas en criterios logísticos y se aplicó una evaluación multicriterio mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para seleccionar la alternativa más adecuada.

Como resultado, se definieron cinco estrategias fundamentadas en técnicas de slotting y picking, integradas con la clasificación ABC, la frecuencia de demanda, el tipo de recolección (por pedido, batching, por zonas) y la zonificación del layout. La evaluación permitió identificar la estrategia más eficiente en términos de reducción de tiempos de alistamiento, disminución de recorridos de los operarios, mejora en la consolidación de pedidos, agilización del proceso de recuperación de productos y organización más efectiva del sistema de almacenamiento.

En conclusión, los hallazgos del estudio aportan soluciones prácticas para mejorar el proceso de picking en empresas del sector agroindustrial, contribuyendo a una gestión logística más eficiente y adaptable a la demanda real del mercado.

Palabras Clave: Picking, Slotting, Batching, Estrategias Logísticas y Centro de distribución.

Executive Summary

This applied research project was carried out in a distribution center located in Yumbo, Valle del Cauca, belonging to the agro-industrial sector, specifically in tea production. The order preparation process presents operational inefficiencies due to a mixed storage scheme and item-by-item picking, which results in long travel distances and extended times during the picking process.

The main objective of the study was to design picking strategies that improve order preparation, reducing operation times and travel distances within the distribution center. To achieve this, a diagnosis of the current process and a characterization of the distribution center were conducted, complemented by historical demand analysis. Subsequently, strategies were designed based on logistical criteria, and a multi-criteria evaluation was applied using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to select the most suitable alternative.

As a result, five strategies were defined, based on slotting and picking techniques, integrated with ABC classification, demand frequency, type of collection (by order, batching, by zones), and layout zoning. The evaluation identified the most efficient strategy in terms of reducing order preparation times, minimizing operator travel distances, improving order consolidation, streamlining the product retrieval process, and achieving a more effective organization of the storage system.

In conclusion, the study's findings provide practical solutions to improve the picking process in companies within the agro-industrial sector, contributing to more efficient logistics management and better adaptability to real market demand.

Keywords: Picking, Slotting, Batching, Logistics Strategies y Distribution Center.

Introducción

El presente trabajo de investigación aplicada se desarrolla en el contexto del sector agroindustrial colombiano, específicamente en el centro de distribución de una empresa dedicada a la producción de té, ubicada en Yumbo, Valle del Cauca. Este sector, considerado estratégico para la economía nacional, enfrenta retos crecientes en materia de eficiencia logística, trazabilidad y capacidad de respuesta ante una demanda cada vez más dinámica. En este escenario, el proceso de preparación de pedidos (picking) se posiciona como una de las actividades más críticas dentro de la cadena de suministro, dado su impacto directo en los costos operativos, la productividad y la satisfacción del cliente.

El diagnóstico inicial evidenció una problemática estructural en el proceso de preparación de pedidos, originada por un sistema de almacenamiento aleatorio y una modalidad de picking por pedido individual. Esta combinación genera recorridos extensos y desorganizados, tiempos elevados de alistamiento, alta dispersión de ítems en múltiples ubicaciones y ausencia de rutas definidas, lo que incrementa la complejidad operativa. Además, se identificaron errores frecuentes en la recolección, falta de agrupación lógica de productos, desgaste físico significativo del personal y una limitada flexibilidad para atender variaciones en la demanda. Estas condiciones no solo afectan la eficiencia interna, sino que también incrementan los costos logísticos, reducen la precisión en la preparación de pedidos y deterioran la calidad del servicio al cliente. La problemática, sustentada en el análisis de marco lógico, evidencia la necesidad de implementar estrategias que permitan reorganizar el almacenamiento, mejorar los recorridos, promover el cuidado de la salud de los colaboradores mejorando la ergonomía del trabajo y garantizar una operación más ágil y confiable.

Ante esta realidad, el proyecto se orienta a diseñar estrategias picking fundamentadas en metodologías reconocidas en la gestión logística, tales como la clasificación ABC, el análisis de demanda y frecuencia de uso, la técnica de Batching y la reorganización del almacenamiento mediante Slotting. La investigación se estructura en tres fases, el diagnóstico del proceso actual, el diseño de estrategias picking adaptadas al contexto operativo de la empresa objeto de estudio y la evaluación multicriterio para seleccionar la alternativa más eficiente.

Los resultados obtenidos permiten proponer soluciones prácticas y sostenibles que reducen los tiempos de preparación de pedidos, proponen recorridos internos de recuperación de productos adaptados a las metodologías y técnicas utilizadas, mejoran la precisión en la recolección, mejoran el almacenamiento de productos y fortalecen la ergonomía del trabajo. Este estudio no solo responde a las necesidades operativas de la empresa objeto de análisis, sino que también aporta conocimiento aplicable a otros centros logísticos del sector agroindustrial, contribuyendo a la consolidación de una gestión más competitiva, adaptable y alineada con los estándares internacionales de eficiencia.

1. Planteamiento del problema

La empresa objeto de estudio, dedicada a la producción de té, enfrenta desafíos significativos en su proceso picking dentro del centro de distribución. El principal problema identificado radica en la estrategia de slotting aleatorio, donde los SKU son almacenados en cualquier ubicación disponible sin una lógica o técnica definida, dificultando la recolección eficiente de productos.

Adicionalmente, el método de recolección utilizado es por pedido individual, lo que implica que los operarios deben recorrer largas distancias para recuperar cada referencia solicitada, sin definir una secuencia de rutas. Esta situación genera recorridos repetitivos, tiempos elevados de preparación de pedidos (picking) y un uso ineficiente de los recursos operativos.

Una verificación de los tiempos empleados para el proceso picking evidenció que, en promedio se requieren 26,13 minutos para el alistamiento de un pedido compuesto por siete referencias, esto sin la utilización de rutas picking definidas y con múltiples conteos a los productos recuperados durante la preparación del pedido. Esta situación ocasiona retrasos, despachos incompletos y devoluciones por entregas tardías. Además, según la empresa objeto de estudio se maneja el indicador de cumplimiento de pedidos, estableciendo también que sean entregados a tiempo, el cual se encuentra en 85%, reflejando oportunidades de mejora en la operación. Asimismo, la empresa manifestó que, según su análisis de costos, pudo determinar que los costos de almacenamiento representan para ellos aproximadamente el 45% de los costos operativos totales, lo que convierte esta problemática en un factor crítico para la rentabilidad del negocio (Agrícola Himalaya S.A., 2025).

Lo anterior en contraste, según Bartholdi & Hackman (2008), los costos asociados al picking pueden representar hasta el 55% del costo total de la operación, y el tiempo invertido puede alcanzar el 50% del tiempo total de todas las actividades logísticas.

A estos problemas se suman limitaciones tecnológicas, ya que la operación se gestiona mediante herramientas básicas como Excel en la nube, con una conexión a internet débil, los auxiliares operativos lo actualizan manualmente ingresando información de los productos que recuperan y

los que almacenan todo mientras realizan el proceso de picking. Esto conlleva errores en la identificación de ubicaciones, reprocesos, tiempos muertos y baja eficiencia en la ejecución de tareas, a falta un sistema de información que proporcione datos confiables en tiempo real sobre la ubicación y disponibilidad de los productos.

Asimismo, se identificaron condiciones ambientales adversas, como el calor excesivo en la zona de trabajo, que afectan el desempeño del personal y contribuyen a la improductividad.

Por lo tanto, se justifica la necesidad de diseñar e implementar estrategias de mejora que permitan potenciar significativamente el proceso picking, reduzcan los tiempos de alistamiento, mejoren la consolidación de pedidos y generen condiciones más eficientes y productivas para los trabajadores, contribuyendo así a una gestión logística más competitiva y sostenible.

Pregunta de Investigación

¿Cuál es la estrategia picking más adecuada para una empresa del sector agroindustrial, considerando su diseño y evaluación mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP)?

2. Justificación

El sector agroindustrial en Colombia atraviesa un proceso de transformación impulsado por políticas públicas que promueven su fortalecimiento y modernización. Esta evolución genera nuevas exigencias logísticas, especialmente en los centros de distribución, donde se requiere mayor eficiencia para responder de manera oportuna y competitiva a las demandas del mercado.

De acuerdo con cifras oficiales, el sector agroindustrial aporta significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) del país. Las actividades agrícolas, pecuarias, forestales y pesqueras representaron aproximadamente el 9,3% del PIB en 2024, consolidando al sector como uno de los principales motores de crecimiento económico (DANE, 2024). Además, este sector desempeña un papel crucial en la generación de empleo, con una contribución estimada de entre 3,5 y 4,8 millones de empleos directos e indirectos, lo que equivale a cerca del 14% de la población ocupada, especialmente en zonas rurales (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2025). Estos datos evidencian la necesidad de mejorar los procesos agroindustriales para potencializando la competitividad y sostenibilidad del país.

En Colombia, la logística ha pasado de ser vista como un asunto operativo a constituirse en una ventaja competitiva estratégica de largo plazo. Inicialmente, el CONPES 3547 de 2008 reconoció la logística como un elemento esencial para la productividad nacional y promovió el uso transparente de transporte, almacenamiento y distribución. Posteriormente, el CONPES 3982 (2020) actualizó esa visión, impulsando la intermodalidad, la digitalización y la articulación de corredores para reducir costos y mejorar la competitividad internacional. Más recientemente, la Encuesta Nacional Logística del DNP (2024 – 2025) reitera el papel de la logística en la productividad, la adopción de tecnologías y la reindustrialización, demostrando que proyectos como el presente, orientados a mejorar el proceso picking, se enmarcan en una política pública vigente y de impacto para el sector.

En el centro de distribución, y según la empresa objeto de estudio, el proceso picking representa aproximadamente el 45% del costo operativo del almacén, lo que evidencia su impacto directo en la rentabilidad. Además, el tiempo promedio de alistamiento para un pedido compuesto por siete referencias es de 26,13 minutos, afectando la agilidad en la preparación y la capacidad de respuesta ante variaciones en la demanda. Por otro lado, el indicador de pedidos completos y entregados a tiempo se sitúa en 85%, lo que repercute en la satisfacción del cliente y en la competitividad de la empresa.

Estas cifras reflejan una oportunidad clara para mejorar el proceso de picking, con el fin de reducir costos, disminuir tiempos y elevar el nivel de servicio. La ausencia de estrategias adecuadas genera reprocesos, errores en la preparación de pedidos y retrasos en las entregas, afectando la eficiencia global del centro de distribución y, en consecuencia, la posición competitiva de la empresa en el mercado agroindustrial.

Otro aspecto relevante es el impacto que este proyecto puede tener en el bienestar de los trabajadores. El picking es una actividad repetitiva y físicamente exigente, y su mejoramiento puede traducirse en condiciones laborales más favorables, al reducir los desplazamientos innecesarios, los tiempos de exposición a ambientes adversos y la carga física de los operarios. Esto no solo mejora el desempeño individual, sino que también promueve un entorno laboral más saludable y eficiente.

Finalmente, este trabajo de grado representa una oportunidad para articular la teoría con la práctica, aplicando conocimientos de ingeniería y gestión logística en un entorno productivo real. Desde la perspectiva académica, el proyecto contribuye al fortalecimiento de los semilleros y grupos de investigación de la Universidad Santo Tomás. Desde el ámbito profesional, aporta soluciones concretas para enfrentar los desafíos logísticos del sector agroindustrial, demostrando que el proceso picking puede ser rediseñado estratégicamente para mejorar el desempeño operativo de los centros de distribución y contribuir al desarrollo sostenible del país.

3. Objetivo

3.1. Objetivo General

- Diseñar y evaluar estrategias de picking para el centro de distribución de una empresa del sector agroindustrial mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el proceso picking del centro de distribución para identificar variables clave de su operación.
- Diseñar estrategias picking adaptadas al contexto operativo del centro de distribución.
- Evaluar y priorizar las estrategias mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

4. Metodología.

El desarrollo de este proyecto se estructuró en tres fases, orientadas a diagnosticar, diseñar y evaluar estrategias de mejora para el proceso picking en el centro de distribución de una empresa del sector agroindustrial. La metodología se fundamentó en los objetivos específicos planteados, con el propósito de dar solución al problema identificado.

En la primera fase, se realizó un diagnóstico del proceso picking mediante visitas técnicas al centro de distribución y observación directa. Estas actividades permitieron identificar las condiciones operativas reales, los recursos físicos, tecnológicos y humanos involucrados, así como las limitaciones del sistema actual, información de gran valor para caracterizar el proceso de alistamiento de pedidos, métodos e indicadores utilizados. Además, se aplicó un análisis de marco lógico, incluyendo un árbol de problemas, un árbol de objetivos y una estrategia optima, con el fin de identificar oportunidades de mejora en la operación.

La segunda fase se centró en el diseño y formulación de estrategias picking adaptadas a las condiciones específicas del sistema de almacenamiento de la empresa (recursos disponibles). Para ello, se profundizó en la interrelación entre las metodologías de slotting y picking, con énfasis en su aplicación práctica en centros de distribución.

En primer lugar, posterior al diagnóstico realizado y la información suministrada por la empresa en formato Excel, correspondiente a la data del primer semestre del año 2025, se logró identificar la demanda y la frecuencia de utilización de los ítems en cada pedido. Con base en esta información, se realizó una propuesta con referencia a la organización lógica y muy básica de los productos almacenados, orientada a mitigar la ausencia de metodología o aplicación de técnicas en el sistema actual de slotting. Lo anterior con el fin de mejorar la forma de almacenar los productos y facilitar así el proceso picking.

Posteriormente, se propuso aplicar la clasificación ABC, interrelacionada con la demanda y la frecuencia de uso, como técnica fundamental para el slotting. Esta metodología facilitó la definición de zonas específicas y el posicionamiento estratégico de los productos, prometiendo

mejorar sustancialmente la accesibilidad a los mismos, reduciendo recorridos repetitivos e innecesarios en el proceso picking.

En cuanto al proceso de picking, se diseñaron estrategias que integran la técnica de Batching (recolección por lotes), la clasificación ABC por demanda y frecuencia. Entre las propuestas se incluyó la combinación de Batching con clasificación posterior, así como la aplicación de picking por zonas, especializando a los operarios en áreas específicas para incrementar la eficiencia y reducir errores. Estas metodologías se complementaron con la reorganización del almacenamiento por zonas según la clasificación ABC, lo que permite una preparación más ágil y estructurada de los pedidos.

La tercera y última fase se enfocó en la evaluación de las estrategias diseñadas mediante la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP), una herramienta multicriterio que permitió comparar las alternativas propuestas considerando diversos factores relevantes para la operación. Gracias a este análisis, se seleccionó la alternativa más adecuada para contribuir de manera significativa a la eficiencia del proceso de preparación de pedidos en el centro de distribución.

5. Marco Teórico.

La gestión logística y de la cadena de suministro se ha consolidado como un componente estratégico en las organizaciones modernas, al permitir la coordinación eficiente de los flujos de productos, información y servicios desde el origen hasta el consumidor final. Según Christopher (2016), una logística bien estructurada genera valor competitivo al mejorar la capacidad de respuesta, reducir costos y optimizar recursos. En el contexto agroindustrial, estos desafíos se intensifican debido a la naturaleza perecedera de los productos, la necesidad de trazabilidad, el control de temperatura y los plazos de entrega reducidos, lo que exige prácticas especializadas como el enfoque “de la granja al plato” (Bourlakis & Weightman, 2003). Este enfoque se constituye como una estrategia integral que busca la coordinación eficiente de todas las etapas de la cadena agroalimentaria, garantizando la trazabilidad completa del producto y asegurando que cada fase como la producción, el transporte, el almacenamiento y la distribución, cumplan con estándares de inocuidad, control de temperatura y tiempos óptimos para preservar la frescura y minimizar riesgos sanitarios.

Dentro de este sistema logístico, los centros de distribución (CD) desempeñan un papel esencial. De acuerdo con Frazelle (2007), un almacén se define como una instalación física o virtual destinada al almacenamiento y manipulación de bienes, materiales y productos. Su correcta gestión impacta directamente en la eficiencia operativa, al cumplir funciones clave como la recepción, conservación, preparación de pedidos y despacho de mercancías. En la cadena de suministro moderna, los CD no solo almacenan productos, sino que integran procesos logísticos complejos que requieren coordinación precisa para garantizar el flujo continuo de materiales (Duque Jaramillo, Cuellar Molina y Cogollo Flórez, 2020).

Los centros de distribución aportan a la competitividad organizacional en cuanto a la ejecución de operaciones como el picking, la cual se debe desarrollar de manera ágil, exacta y rentable (Kim & Smith, 2012; Yener & Yazgan, 2019). Una administración ineficiente del espacio o de la disposición de productos puede generar cuellos de botella operativos, recorridos prolongados, sobrecarga física en los operarios y retrasos en el despacho. Por el contrario, una gestión adecuada

de las ubicaciones permite obtener beneficios significativos en términos de eficiencia, reducción de costos y mejora de la capacidad de respuesta (Manzini et al., 2015).

En este contexto, el proceso de slotting, entendido como la asignación estratégica de ubicaciones dentro del almacén, se convierte en un elemento clave para mejorar el sistema de preparación de pedidos. Diversos estudios han demostrado que una estrategia de slotting bien diseñada mejora la productividad, reduce los tiempos de desplazamiento y facilita la recuperación de productos (Kim & Smith, 2012). Por otro lado, la interrelación entre slotting y picking ha sido ampliamente documentada, evidenciando que la ubicación de los productos influye directamente en la eficiencia del proceso de recolección (Yener & Yazgan, 2019).

El proceso picking, también conocido como preparación de pedidos, constituye una de las actividades más críticas dentro de la operación logística de los almacenes. Su correcta ejecución requiere una planificación detallada del layout, la asignación estratégica de ubicaciones y la selección del método de recolección más adecuado. En el contexto agroindustrial, donde los productos pueden ser perecederos, voluminosos o de manejo especial, el diseño de estrategias de picking debe considerar variables como la gestión de almacenamiento, la trazabilidad y la ergonomía del operario.

Según De Koster, Le-Duc y Roodbergen (2007), el picking puede representar hasta el 55% del costo total de operación y más del 50% del tiempo operativo en un almacén. Esto lo convierte en un proceso altamente sensible a la eficiencia, donde factores como los recorridos largos, la falta de secuencias optimizadas, el uso ineficiente del espacio y la alta dependencia de la mano de obra pueden generar cuellos de botella operativos.

Mauleón Torres (2003) define el picking como la acción realizada por el personal del almacén para ensamblar los pedidos de los clientes, implicando operaciones de extracción, agrupación y empaque de productos. Esta definición coincide con la visión de González y Pérez (2023), quienes lo describen como un proceso logístico fundamental que influye directamente en la eficiencia operativa, los costos logísticos y la satisfacción del cliente. Un picking eficaz permite reducir los tiempos de entrega, minimizar errores en la preparación de pedidos y mejorar la calidad del servicio.

Además, Arango et al. (2010) destacan que el picking es una de las actividades con mayor utilización de mano de obra en almacenes manuales, y una de las que más inversión requiere en sistemas automatizados. Por ello, su optimización no solo mejora la productividad, sino que también contribuye a la sostenibilidad operativa de los centros de distribución.

Uno de los pilares fundamentales en el diseño de estrategias de picking es la definición clara de sus objetivos operativos. El propósito principal de este proceso es maximizar la eficiencia en la recolección de productos, reduciendo tiempos y costos, mientras se garantiza un servicio rápido, preciso y confiable. De acuerdo con De Koster et al. (2007), los objetivos clave del picking se centran en mejorar el desempeño logístico del almacén, optimizando recursos y minimizando errores. A continuación, se muestran los principales objetivos relacionados con el picking que fueron estudiados. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Objetivos clave del proceso de picking.

Objetivo	Descripción
Minimizar el tiempo de operación	Reducir el tiempo total requerido para preparar un pedido.
Reducir la distancia recorrida	Optimizar los desplazamientos dentro del almacén.
Optimizar el uso del espacio y equipo	Aprovechar eficientemente el layout y los recursos disponibles.
Maximizar la accesibilidad	Facilitar el acceso rápido a los productos.
Minimizar errores	Reducir fallos en la preparación de pedidos.

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo con De Koster et al. (2007).

La elección del sistema de picking adecuado es un factor determinante en la eficiencia operativa de los centros de distribución. Existen diversas metodologías que pueden implementarse según las características del almacén, el tipo de productos manejados, el volumen de pedidos y la infraestructura disponible. Cada sistema tiene ventajas específicas que responden a distintos contextos logísticos, por lo que su selección debe estar alineada con los objetivos estratégicos de la organización. A continuación, se presentan los principales tipos de picking utilizados en la gestión de almacenes, junto con una breve descripción de sus características y aplicaciones.

(Ver Tabla 2).

Tabla 2. Tipos de picking utilizados en la gestión de almacenes.

Tipo de Picking	Descripción
Picking Discreto	se asigna a un trabajador para la recolección de un solo pedido a la vez, es más utilizado o común en almacenes con baja demanda. (López et al., 2022).
Picking por Lotes	Agrupación de pedidos similares para optimizar recorridos. se agrupan varios pedidos similares para su recolección, logrando optimizar recorridos y reducir tiempos. (Martínez & Ramírez, 2021).
Picking por Zonas	el método de picking por zonas se basa en la segmentación del almacén en distintas áreas, donde cada una alberga categorías específicas de productos. De acuerdo con (González & Pérez, 2023)., a cada operario se le asigna una zona determinada y su labor consiste en recorrer únicamente esa sección para recolectar los artículos correspondientes a los pedidos que le son designados. Este enfoque resulta particularmente eficiente en organizaciones que manejan altos volúmenes de pedidos y una amplia diversidad de referencias, ya que permite reducir los desplazamientos, equilibrar la carga de trabajo y optimizar los tiempos de preparación.
Picking por Olas	en este método, los pedidos se organizan conforme a criterios definidos, como la hora de salida o la prioridad de entrega. De acuerdo con López et al. (2022), el sistema se fundamenta en la creación de olas que agrupan los pedidos con destinos o características similares, permitiendo que los operarios realicen la recolección de todos los productos de una misma ola en una única operación. Este enfoque resulta especialmente útil para compañías que manejan volúmenes de pedidos variables y necesitan mayor flexibilidad en sus procesos de preparación.
Picking Automatizado	Según Bartholdi y Hackman (2008), este sistema incorpora tecnologías avanzadas como robots, mecanismos de transporte automatizados y estanterías dinámicas, cuyo objetivo principal es minimizar la intervención humana en las operaciones logísticas. Estas soluciones permiten automatizar por completo la recolección de productos, ya que los robots se desplazan por el almacén para recoger y entregar artículos directamente en las estaciones de embalaje. Un ejemplo emblemático es el modelo de automatización implementado por Amazon, donde la utilización de robots ha transformado la eficiencia operativa al posibilitar la gestión de grandes volúmenes de pedidos con alta precisión y rapidez. Sin embargo, la adopción de esta tecnología requiere inversiones significativas en infraestructura, equipos y mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo con (López et al., 2022); (Martínez & Ramírez, 2021); (González & Pérez, 2023) y Bartholdi y Hackman (2008).

La evolución tecnológica ha transformado significativamente los procesos logísticos, especialmente en el área de preparación de pedidos. En el caso del picking, la implementación de herramientas digitales y automatizadas ha permitido mejorar la eficiencia operativa, reducir errores y aumentar la velocidad de ejecución. Estas tecnologías se han convertido en aliados estratégicos para los centros de distribución que buscan optimizar sus recursos y responder con mayor agilidad a las exigencias del mercado. A continuación, se presentan las principales tecnologías aplicadas al picking, junto con una breve descripción de su funcionalidad. (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Tecnologías aplicadas al proceso de picking.

Tecnología	Función
Sistemas de Radiofrecuencia (RFID)	Facilitan la identificación y localización de productos en tiempo real, mejorando la trazabilidad. (Martínez & Ramírez, 2021)
Pick-to-Light / Put-to-Light	Tecnologías basadas en luces que guían a los operarios en la recolección y ubicación de productos. (González & Pérez, 2023)
Sistemas Automatizados (AS/RS)	Soluciones avanzadas que utilizan robótica y transportadores para agilizar el picking. (López et al., 2022)
Software de Gestión de Almacenes (WMS)	Herramientas que automatizan la gestión de inventarios, optimizan rutas y controlan el inventario en tiempo real. (Martínez & Ramírez, 2021)

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo con (Martínez & Ramírez, 2021); (González & Pérez, 2023) y (López et al., 2022).

Además de las tecnologías, se han desarrollado modelos matemáticos y simulaciones que permiten evaluar y mejorar el desempeño del picking antes de su implementación. Estos modelos ayudan a minimizar costos, reducir tiempos y tomar decisiones basadas en datos. (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Modelos de mejora en el picking.

Modelo	Aplicación
Modelos de ruteo de picking	Permiten reducir la distancia recorrida dentro del almacén. (Gue et al., 2006).
Algoritmos heurísticos	Determinan la mejor estrategia de asignación de pedidos y ubicación de productos. (De Koster et al., 2007).
Simulaciones computacionales	Evalúan diferentes estrategias de picking y diseños de almacén antes de su implementación. (Bartholdi & Hackman, 2008).

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo con (Gue et al., 2006); (De Koster et al., 2007) y (Bartholdi & Hackman, 2008).

Entre las estrategias clave para mejorar el desempeño del picking se destacan el diseño del layout, los métodos de asignación de almacenamiento, las rutas de recolección, la agrupación de pedidos y la zonificación. Estas estrategias permiten reducir recorridos innecesarios, equilibrar la carga de trabajo entre operarios y mejorar la precisión en la preparación de pedidos. La siguiente tabla presenta una síntesis de las principales estrategias utilizadas en el diseño y control del picking. (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Estrategias clave para el diseño y control del proceso de picking.

Estrategia	Descripción
Routing Methods, métodos de recorrido que optimizan el desplazamiento del operario.	a) S-shape: Recorrido en forma de “S” por los pasillos, útil para cubrir zonas completas. b) Return: El operario regresa por el mismo pasillo tras recoger el producto, minimizando pasos. c) Midpoint: El pasillo se divide en dos mitades para reducir el recorrido total. d) Largest Gap: Se evita el pasillo con el mayor espacio sin productos, mejorando la ruta.
Batch Picking	Agrupación de varios pedidos en una sola ruta para reducir recorridos y mejorar eficiencia.
Zone Picking	División del almacén en zonas asignadas a diferentes operarios, lo que permite trabajar en paralelo y reducir tiempos.
Slotting Optimization	Ubicación estratégica de productos según su rotación, demanda y características físicas para minimizar desplazamientos y facilitar el acceso.

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo con De Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007).

El mejoramiento del proceso de picking en centros de distribución requiere un enfoque integral que considere múltiples variables operativas, tecnológicas y humanas. Para determinar la eficiencia de un sistema de picking, es necesario analizar los factores que influyen directamente en su desempeño, con el fin de implementar estrategias que permitan alcanzar niveles óptimos de productividad y precisión.

Según López et al. (2022), uno de los elementos más relevantes es la ubicación estratégica de los productos en función de su frecuencia de salida. Esta práctica permite reducir los recorridos innecesarios y facilitar el acceso a los artículos más demandados. En este sentido, el diseño del layout del almacén se convierte en una variable crítica, ya que debe aprovechar eficientemente el espacio disponible, el tipo de estanterías utilizadas y la disposición de los productos (Arango et al., 2010).

Otra variable fundamental es la automatización del proceso, ya sea total o parcial. De acuerdo con Martínez & Ramírez (2021), la implementación de sistemas como el WMS (Warehouse Management System) y el uso de robots de picking pueden incrementar significativamente la velocidad de operación y reducir la intervención humana, lo que se traduce en mayor precisión y menor margen de error (Gue et al., 2006).

La capacitación del personal también representa un factor determinante. González & Pérez (2023) destacan que el entrenamiento en técnicas de picking y el uso adecuado de tecnologías contribuyen

a disminuir errores y mejorar la velocidad del proceso. De Koster et al. (2007) refuerzan esta idea al señalar que contar con un equipo bien capacitado es clave para lograr operaciones más eficientes y confiables.

Finalmente, el uso y análisis de datos permite realizar un monitoreo constante del rendimiento del proceso de picking. López et al. (2022) señalan que el análisis de la demanda y la gestión del almacenamiento facilita la toma de decisiones informadas sobre la ubicación de los artículos, mientras que Bartholdi & Hackman (2008) destacan la importancia de aplicar pronósticos logísticos para anticipar necesidades y ajustar el sistema de picking en función de los cambios del entorno. La siguiente tabla resume los principales factores que influyen en la eficiencia del picking. (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Factores que influyen en la eficiencia del proceso de picking.

Variable	Impacto
Diseño del layout	Optimiza el espacio, reduce recorridos y mejora la accesibilidad.
Automatización	Aumenta la velocidad del proceso y reduce la intervención humana.
Capacitación del personal	Disminuye errores y mejora el desempeño operativo.
Uso y análisis de datos	Disminuye errores y mejora el desempeño operativo.

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo con López et al. (2022); (Arango et al., 2010); (Martínez & Ramírez., 2021); (Gue et al., 2006); (González & Pérez., 2023); (De Koster et al., 2007) y Bartholdi & Hackman (2008)

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP), desarrollado por Thomas L. Saaty en 1977, es una técnica de decisión multicriterio que permite priorizar alternativas en función de múltiples criterios, tanto cualitativos como cuantitativos. Su estructura jerárquica facilita la descomposición de problemas complejos en niveles más simples, contribuyendo a una toma de decisiones más racional y transparente.

Los principios fundamentales que se manejan son la jerarquización, la comparación por pares y la consistencia. La jerarquización que hacer referencia al problema que se organiza en niveles, tales como el objetivo general, los criterios y las alternativas. Realizando una comparación por pares, donde cada elemento se compara con otro en relación con un criterio, utilizando la escala de Saaty

(1-9). En la consistencia se evalúa la coherencia de los juicios mediante el Coeficiente de Consistencia (C.C.), que debe ser menor o igual ≤ 0.10 para garantizar la validez del análisis.

En los pasos metodológicos, primero se realiza la definición del objetivo y estructura jerárquica, así: Nivel 1 (objetivo), Nivel 2 (criterios), Nivel 3 (alternativas). Segundo la priorización de criterios se construye con una matriz de comparación por pares y se calcula el vector de prioridad mediante normalización y promedio de filas. Tercero para la priorización de alternativas por criterio, cada alternativa se compara respecto a cada criterio. Cuarto y continuado se realiza el cálculo de la prioridad global, aquí se multiplica el vector de criterios por las prioridades de cada alternativa, y como quinto y último en la validación de consistencia se calcula el λ máximo y el C.C. para verificar la coherencia de los juicios mediante la formula y parámetros, la escala de Saaty y Consistencia asigna valores del 1 al 9 para expresar la importancia relativa entre dos elementos, se pueden usar valores intermedios (2, 4, 6, 8). La consistencia se mide mediante el Coeficiente de Consistencia (C.C.), que debe ser menor o igual ≤ 0.10 , así:

$$C.C. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \div IA$$

Número de elementos a comparar	Índice aleatorio (IA)
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41

Escala numérica	Escala verbal
1	Igual importancia
3	Ligeramente más importante
5	Mucho más importante
7	Fuertemente más importante
9	Extremadamente más importante

Fuente: Saaty (1977)

El AHP puede complementarse con la categorización BOCR (Beneficios, Oportunidades, Costos y Riesgos), que permite evaluar las alternativas desde cuatro perspectivas: Beneficios (aspectos favorables ciertos), Oportunidades (favorables inciertos), Costos (desfavorables ciertos) y Riesgos (desfavorables inciertos). El indicador final se calcula como $BO/CR = (B \times O) / (C \times R)$.

Las ventajas del AHP, se basan en que permite integrar criterios cualitativos y cuantitativos, facilitando la participación de expertos y ofrece un marco estructurado para decisiones complejas.

5.1. Antecedentes

A nivel internacional se encuentran estudios estrechamente relacionados con la temática abordada en esta investigación. La preparación de pedidos o también conocida como picking, aplicado al sector agroindustrial ha sido ampliamente investigada.

Un estudio desarrollado por Donoso Muñoz y Pérez Morante (2021). En su trabajo de grado, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, se evaluó la aplicación de metodologías como Lean Warehousing, conteo cíclico y sistemas de radiofrecuencia para mejorar el desempeño del proceso de preparación de pedidos (picking) en el sector farmacéutico. El estudio se centró en resolver problemas como la rotura de inventario (stock-out) y tiempos de recolección elevados. Con una muestra representativa de pedidos, lograron una reducción del 24 % en los tiempos de ida y retorno, disminución del 20 % en la búsqueda de productos, y un incremento del 6 % en la eficiencia de picking. Aunque los resultados no alcanzan los valores del 60 % de reducción de inventario y 50 % de disminución en tiempos de cumplimiento que mencionan, confirman que la mejora en el proceso de picking genera reducciones significativas en costos operativos. Se establece una clara relación entre la eficiencia del picking y el desempeño global del centro logístico.

Continuando con los antecedentes, Matos y López (2022). En su tesis de maestría, Chalmers University of Technology, University of Gothenburg, investigaron el impacto del batch picking (picking por lotes) sobre la eficiencia operativa en centros de distribución. Utilizando modelos matemáticos y simulación con datos reales de almacén, demostraron que al agrupar pedidos con SKU comunes se reducen significativamente los tiempos de desplazamiento de los operarios, mejorando no solo la productividad sino también las métricas clave del sistema logístico, en particular la tasa de picking.

El estudio, basado en layouts prácticos y algoritmos de agrupamiento, concluye que el diseño adecuado de lotes y rutas permite reducir la distancia total recorrida, con impactos medibles en tiempos de ciclo, consumo de recursos y costos operativos. Además, Matos y López destacan la importancia de balancear optimalidad y factibilidad operativa, logrando mejoras de rendimiento sin comprometer la viabilidad del sistema.

En relación con el estudio de Shiau y Lee (2010), proponen un modelo de optimización para integrar las operaciones de picking secuencial y empaque dentro de un sistema de gestión de almacenes. Su enfoque se aplica a una fábrica de té en Taiwán, donde los pedidos requieren múltiples contenedores y una secuencia específica de recolección. El modelo utiliza algoritmos matemáticos para minimizar el tiempo total de preparación de pedidos, reducir el número de movimientos innecesarios y mejorar la eficiencia del flujo de trabajo. La investigación demuestra que la integración de picking y empaque en un solo sistema mejora significativamente el

rendimiento logístico, especialmente en industrias con productos frágiles o de alta variabilidad como el té.

Otro estudio importante es la investigación se llevó a cabo en una empresa comercializadora de café en Antioquia, Colombia. Correa Espinal et al. (2013), en su artículo presentan una técnica metaheurística de búsqueda tabú para resolver el problema de ruteo en la preparación de pedidos, la implementación del modelo permitió una reducción del 44% en tiempo, distancia y costos en comparación con la estrategia de ruteo tradicional utilizada por la empresa que hace referencia a la posición más lejana - posición más cercana (PLPC).

Por otra parte, en el Tecnológico Nacional de México en Celaya. Serrano Cobos (2019) desarrolló un modelo basado en teoría de colas para medir el tiempo de ciclo en la carga de tarimas en supermercados, demostrando cómo su reducción puede impactar significativamente los costos operativos del picking. A través del análisis de una empresa de arrendamiento de pallets, vinculó variables clave de la cadena logística, enfatizando que modificaciones en las políticas de espera y recarga reducen el tiempo de recolección en los centros de distribución, generando beneficios globales para la compañía. Este trabajo destaca que el manejo eficiente del tiempo de ciclo no solo mejora la productividad, sino que también minimiza los recursos ociosos y los costos de preparación de pedidos, lo que refuerza la importancia de este indicador en el diseño de estrategias logísticas.

Así mismo, Bastos, Scarpin y Júnior (2019). Ellos desarrollaron un estudio aplicado en la industria alimentaria, lo anterior con el objetivo principal fue evaluar cómo la incorporación de controles de calidad influye en la estabilidad y eficiencia del flujo operativo. Para ellos emplearon la simulación discreta como herramienta para la toma de decisiones relacionadas con las políticas de recolección y los métodos de control de calidad en el proceso de preparación de pedidos (picking).

El análisis se basó en datos reales del sistema logístico y permitió modelar diferentes escenarios para identificar cuellos de botella y proponer mejoras en la gestión del picking. Los resultados evidenciaron que la implementación de un control de calidad por muestreo redujo significativamente los tiempos de espera en cola y mejoró la confiabilidad del proceso, sin afectar la productividad. Este hallazgo confirma que la simulación es una herramienta eficaz para diseñar políticas de picking más eficientes, garantizando la calidad del producto y la estabilidad del sistema operativo.

Por otra parte, (Chaparro Rivera & San Juan Trespalacios, 2017), desarrollaron una tesis de grado que aborda tres procesos clave en la bodega de víveres de Olímpica S.A., etiquetado, alistamiento y destellado, con el objetivo de mejorar los tiempos de entrega de productos a los puntos de venta. A través de un análisis de tiempos y movimientos, se identificaron cuellos de botella, especialmente en la operación de destellado. Se proponen dos estrategias de mejora para el proceso de picking, que incluyen reorganización del layout y ajustes en la secuencia operativa. Como resultado, se logró una reducción del 7% en el tiempo total de operación, disminución en la distancia recorrida por los operarios, y una mejora en la eficiencia del proceso de destellado.

Finalmente se relaciona Sánchez-Comas (2019). realizó una revisión integral sobre los modelos de picking, routing, layout y slotting aplicados en la gestión de almacenes, abordando estrategias que permiten mejorar la eficiencia operativa en la cadena de suministro. Entre las metodologías analizadas se destaca el picking por zonas, técnica que consiste en dividir el almacén en áreas específicas y asignar a cada operario una zona determinada para la recolección de productos. Este enfoque contribuye a reducir los tiempos de desplazamiento, minimizar la congestión en los pasillos y garantizar una operación más fluida y organizada.

El estudio no solo analiza los procesos de picking, sino que también analiza los sistemas de almacenamiento y las métricas de rendimiento, ofreciendo una visión integral que resulta fundamental para mantener la competitividad y eficiencia en sectores como el alimentario. La investigación concluye que la correcta implementación de estas estrategias impacta directamente en indicadores clave como la tasa de picking, el tiempo de ciclo y los costos operativos, consolidando su relevancia en la gestión moderna de almacenes.

6. Diagnóstico Centro Logístico de la empresa objeto de estudio

El diagnóstico del proceso picking está compuesto por diversos aspectos que permiten comprender el estado actual de esta operación. En primer lugar, se presenta la caracterización del proceso picking, la cual incluye un diagrama de flujo y el seguimiento detallado de un pedido, con el fin de diferenciar los tiempos de recolección y las rutas establecidas para los ítems solicitados. Posteriormente, se describe la caracterización del centro de distribución, donde se especifican los recursos y tecnologías utilizadas, así como los indicadores de desempeño del centro. Además, se muestra una representación del estado actual de los ítems almacenados. Finalmente, el capítulo concluye con la identificación del árbol del problema, árbol de objetivos y la estrategia optima que destaca los fines, acciones y actividades que aportan a la posible solución de la problemática actual de la empresa objeto de estudio.

6.1. Caracterización del proceso picking en la empresa objeto de estudio.

El proceso de picking constituye una de las actividades más críticas dentro de la operación logística del centro de distribución, ya que impacta directamente en la eficiencia de la preparación de pedidos y en la satisfacción del cliente final. En la empresa objeto de estudio, se emplea una estrategia de picking por pedido, lo que significa que cada solicitud es atendida de forma individual. Para documentar esta operación, se realizó un análisis detallado de la ubicación de los ítems en el almacén, con el objetivo de verificar los recorridos realizados por los operarios durante la recolección de productos. Este análisis se centró en la relación operario–producto, considerando factores como la distancia recorrida, la disposición física del almacén y la frecuencia de acceso a cada ubicación.

Con base en lo anterior, se presenta el flujograma del proceso actual de picking, que incluye sus actividades y posterior se realiza la representación gráfica de un pedido real. Este recurso permite contextualizar de manera más precisa las problemáticas identificadas y evidenciar el impacto que la estrategia de almacenamiento vigente tiene sobre la eficiencia en la preparación de pedidos.

La Tabla 7 muestra el diagrama de flujo que describe las actividades involucradas en el proceso de picking, ofreciendo una visualización estructurada de las etapas operativas, los puntos de decisión y los recursos implicados en esta tarea. (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Diagrama de flujo y actividades proceso de picking de la Empresa Objeto de Estudio.

Diagrama	Actividades
<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[ORDEN DE PEDIDO (a)] A --> B[/CONSULTAR DOCUMENTO EXCEL (b)/] B --> C[RECORRIDO PICKING (c)] C --> D[VERIFICAR ÍTEM EN FÍSICO VS INFORMACIÓN ARCHIVO EXCEL (d)] D --> E{1. ÍTEM 2. UBICACIÓN ¿CORRECTA?} E -- NO --> F([PICKER PIERDE TIEMPO]) F --> B E -- SI --> G[/RECUPERACIÓN (e) (HOMBRE - PRODUCTO)/] G --> H[ACTUALIZAR INFORMACIÓN DOCUMENTO EXCEL (f)] H --> I[/CONSOLIDAR PEDIDO (g)/] I --> J[UBICAR PEDIDO EN ZONA DE PICKING (h)] J --> K[ENTREGAR REPORTE PEDIDO ALISTADO PARA FACTURAR (i)] K --> L([FIN]) </pre>	a) Recepción ORDEN del pedido, identificación en el sistema ERP SAP los ítems requeridos. b) Consultar en el documento Excel la localización de cada ítem de acuerdo por su ubicación (Rak – Nivel -Posición) dentro del centro de distribución (almacén). c) El operario realiza los desplazamientos y recorridos por los pasillos, accediendo a los productos de forma manual o con apoyo de los equipos disponibles (estibador / montacargas electico) para manipular y mover la mercancía dentro del almacén (concentra pedido – productos en estiba). d) Verifica físicamente los productos, confronta los datos registrados en el sistema (documento Excel). Verificación de calidad y vida útil a cargo del operario que realiza el recorrido picking, priorizando los productos (primero en entrar, primero en salir) o menor vida útil (fecha de vencimiento). e) Extracción física de los productos, donde el operario realiza el recorrido siguiendo las ubicaciones indicadas y realizado la recuperación del inventario (Hombre – Producto). f) Actualiza la información en el documento Excel en la nube, operación manual donde se registra cuanto inventario retiro y cuanto inventario queda disponible en la ubicación slot. g) Consolidación del pedido, en estibas lo cual consiste en agrupar los ítems en la zona picking para su despacho correspondiente. h) Ubicar el pedido en zona de picking, en una estiba concentra los productos y/o ítem que fueron recuperados. i) Picker entrega al supervisor la orden, realizando el reporte de los ítems recuperados, ítems no disponibles o no encontrados. confirma la cantidad de productos que se alistaron según orden de pedido, con el fin de realizar la facturación para el despacho correspondiente

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

Actualmente, el centro de distribución objeto de estudio, desarrolla una estrategia de almacenamiento aleatorio, mientras que el proceso de picking se ejecuta de forma individual (por pedido). Esta combinación implica que los productos no se encuentran organizados según criterios de demanda, categoría o frecuencia de uso, sino que están distribuidos de manera dispersa en distintas ubicaciones del almacén. Por su parte, el picking por pedido requiere que cada solicitud sea atendida de forma específica, lo que puede generar recorridos más extensos, requiere del empleo de más tiempo y el alistamiento de pedidos es más demandante para los operarios.

El almacenamiento aleatorio hace referencia a la forma en que los productos están ubicados dentro del almacén, considerando la disposición de las estanterías, la localización de los ítems y la infraestructura física disponible. Esta estrategia, aunque flexible, puede generar confusión y dispersión en la ubicación de los productos, afectando directamente los tiempos de recolección y restarle agilidad en el proceso picking.

Para ilustrar esta situación, se tomó como referencia un pedido real (NP-5003645), utilizando como fuente de información el archivo Excel proporcionado por la empresa, correspondiente al período (enero – junio de 2025). A partir de este pedido, se realizó un diagnóstico detallado del proceso picking, evidenciando los siguientes aspectos:

1. Alta dispersión de productos: Los ítems se encuentran distribuidos en múltiples racks (C, D, E) y niveles (1 a 6), con varias posiciones por producto, lo que obliga al operario a recorrer grandes distancias.
2. Variabilidad en los tiempos de recolección: El tiempo de picking por producto varía significativamente, desde 1,52 minutos hasta 5,31 minutos, dependiendo de la ubicación y cantidad de posiciones del ítem.
3. Impacto en la eficiencia operativa: El tiempo total empleado para recolectar los siete ítems del pedido emplea un tiempo de 26,13 minutos, con un promedio de 3,73 minutos por producto. Los productos con mayor tiempo de picking fueron los códigos SAP 14300096, 14300124 y 14300097.

Este análisis evidencia cómo la estrategia de almacenamiento aleatorio, combinada con el picking por pedido, puede generar ineficiencias operativas debido a la dispersión de los productos y la falta de una lógica de ubicación en el almacenamiento de productos. (Ver Tabla 8).

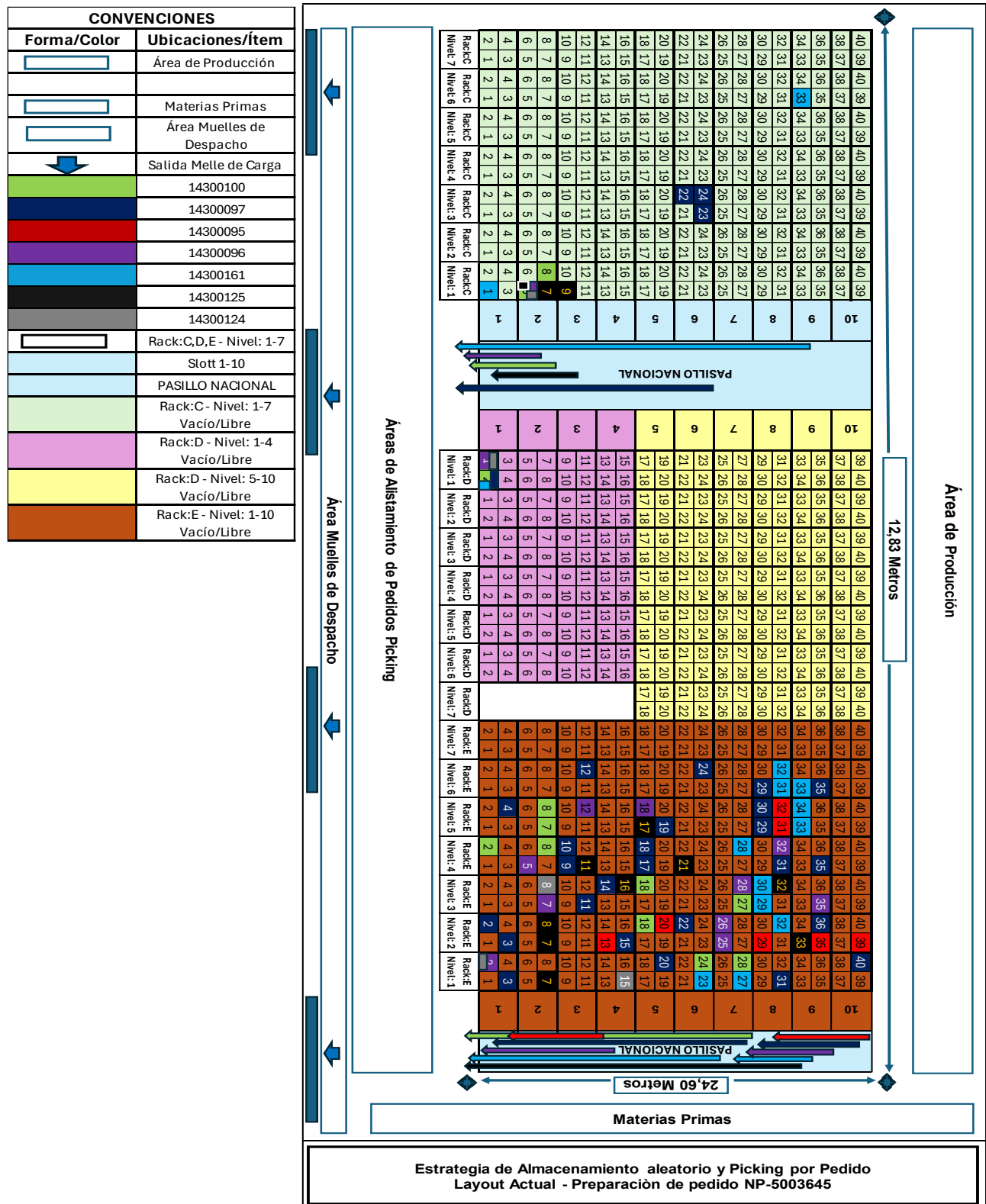
Tabla 8. Proceso picking por pedido – almacenamiento aleatorio – toma de tiempos de recolección.

PEDIDO NP-5003645					
No	CODIGO SAP	CANTIDAD (Caja)	TIEMPO (min-seg)	OBSERVACIÓN	TIEMPO ENTRE PEDIDOS
1	14300100	24	1,52	Ítem ubicado en rack C, D, en los niveles 1,2,3,4,5, con 12 posiciones distintas, se encuentra de inicio a final del pasillo, presenta alta dispersión.	6,01 min
2	14300097	48	5,04	Ítem ubicado en rack C, D, E, en los niveles 1,2,3,4,5,6, con 29 posiciones distintas, presenta alta dispersión, se encuentra de inicio a final del pasillo, mayor tiempo de picking.	
3	14300095	48	2,01	Ítem ubicado en rack E, en los niveles 2 y 5, con 7 posiciones distintas, se encuentra al final del pasillo, presenta alta dispersión.	
4	14300096	24	5,31	Ítem ubicado en rack C, D, E, en los niveles 1,2,3,4,5, con 12 posiciones distintas, presenta alta dispersión, se encuentra de inicio a final del pasillo, mayor tiempo de picking.	
5	14300161	48	4,12	Ítem ubicado en rack C, D, E, en los niveles 1,2,3,4,5,6, con 14 posiciones distintas, presenta alta dispersión, se encuentra al final del pasillo, mayor tiempo de picking	
6	14300125	48	3,08	Ítem ubicado en rack C, E, en los niveles 1,2,3,4,5, con 12 posiciones distintas, se encuentra de inicio a final del pasillo, presenta alta dispersión.	
7	14300124	48	5,05	Ítem ubicado en rack C, D, E, en los niveles 1,2,3,4, con 5 posiciones distintas, presenta alta dispersión, se encuentra de inicio a mitad de pasillo, mayor tiempo de picking.	
TOTAL, TIEMPO EMPLEADO			26,13	MINUTOS	
Tiempo total: 26,13 minutos					
Tiempo promedio: 3,73 minutos por producto					
Tiempo máximo: 5,31 minutos (producto con mayor tiempo de recuperación)					
Tiempo mínimo: 1,52 minutos (producto con menor tiempo de recuperación)					
Los productos con mayores tiempos de picking son:					
Ítem	Código SAP	Cantidad		Tiempo (min- seg)	
2	14300097	48		5,04	
4	14300096	24		5,31	
5	14300161	48		4,12	
7	14300124	48		5,05	

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

La siguiente ilustración muestra el esquema de almacenamiento y evidencia el recorrido que debe realizar el operario durante el proceso picking, Correspondiente al pedido estudiado (NP-5003645). En ella se grafica el grado de dispersión de los productos en el almacén, resultado de la estrategia de almacenamiento aleatorio. Esta dispersión obliga al picker a desplazarse por múltiples ubicaciones, lo que impacta directamente en los tiempos de alistamiento y la eficiencia operativa. (Ver Ilustración 1).

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.



6.2. Caracterización del centro de distribución.

Las operaciones logísticas de manufactura, almacenamiento, distribución, mercadeo y administración de la empresa objeto de estudio se desarrollan en el Centro Industrial Palmaseca, ubicado en Yumbo, Valle del Cauca, Colombia. Este complejo alberga el centro logístico, donde se llevan a cabo las actividades relacionadas con la preparación de pedidos, siendo esta área el foco principal del presente proyecto de investigación.

La descripción del centro logístico se apoya en la ilustración de un plano general y un plano específico, los cuales permiten visualizar la disposición física del almacén. En estos esquemas se identifican, primero las estanterías y racks, estructuras destinadas al almacenamiento de productos, distribuidas en distintas zonas del almacén y como segundo se identifican los pasillos y rutas de acceso, utilizados por los operarios para desplazarse durante la operación picking y sus actividades de búsqueda y/o ubicación, recolección y alistamiento de productos.

El área de picking está delimitada dentro del almacén y corresponde al espacio donde se realiza la preparación de pedidos. En esta zona, los operarios recogen los productos solicitados de acuerdo con las órdenes de pedido, siguiendo rutas internas que conectan los distintos puntos de almacenamiento. La estructura layout del almacén se organiza mediante un sistema de codificación que permite identificar cada ubicación de forma precisa. Este sistema está compuesto por los siguientes elementos:

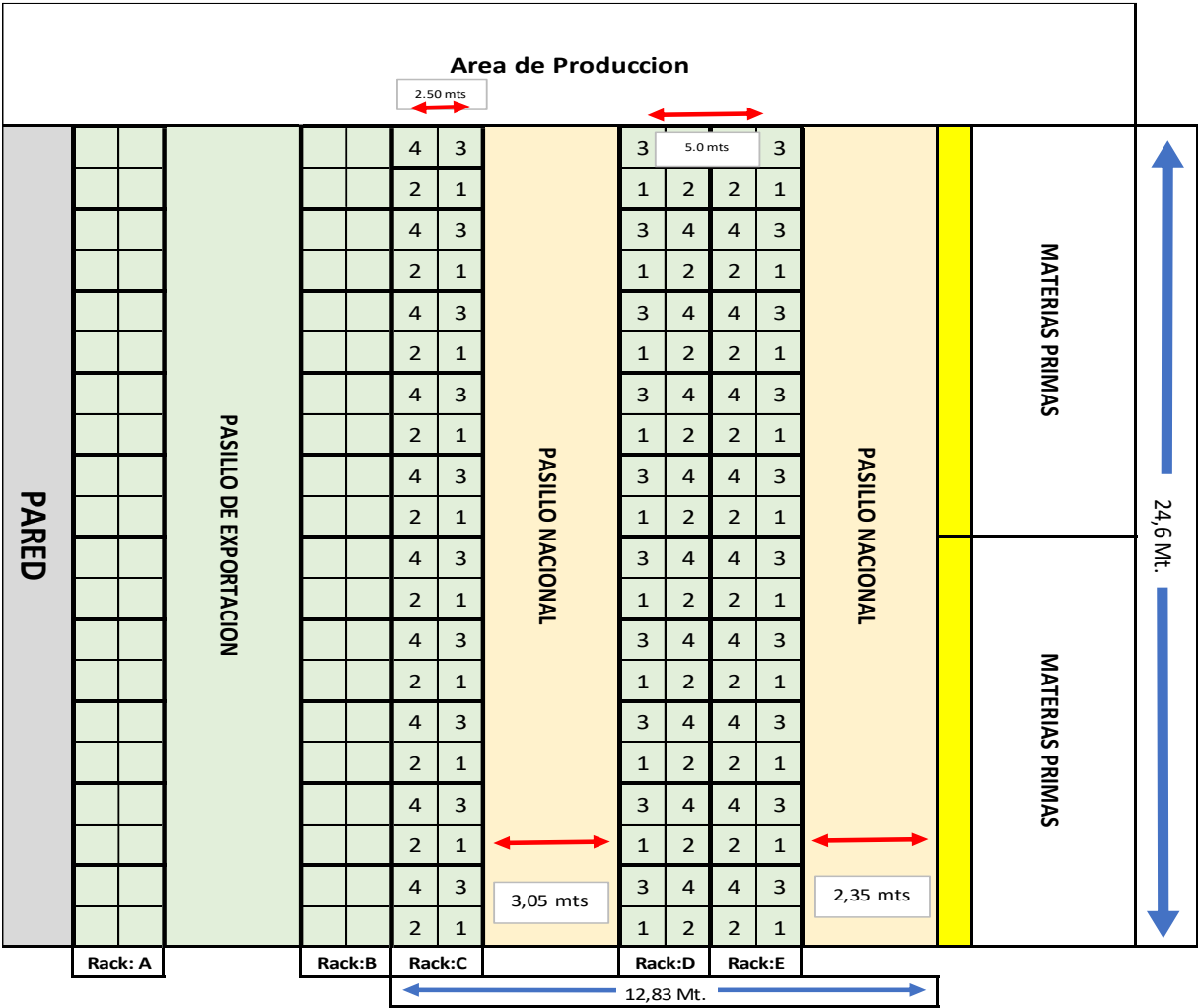
- Rack: Identificador del estante o pasillo.
- Nivel: Altura dentro del rack.
- Posición: Ubicación horizontal en el nivel.
- Ubicación: Código compuesto tipo Rack-Nivel-Posición (por ejemplo, Rack D – Nivel 1 – Posición 24).
- Cantidad de ítems: Número de registros asociados a esa ubicación.

Este sistema de codificación facilita la localización de productos dentro del almacén y permite registrar la información asociada a cada punto de almacenamiento. La descripción del espacio físico y de los elementos que lo componen constituye la base para el análisis posterior del proceso de picking en el marco del proyecto.

Las características operativas corresponden al área objeto de estudio, zona conformada por una superficie total de aproximadamente 314.88 m², calculada a partir de la multiplicación del largo por el ancho del espacio. El sistema de almacenamiento está compuesto por estanterías dobles, distribuidas en 6 y 7 niveles, con un total de 196 slott y 824 posiciones, disponibles para el almacenamiento de SKU. Los pasillos de circulación tienen dimensiones aproximadas de 2.35 mts y 3.05 mts de ancho, lo que permite el tránsito eficiente de montacargas y operarios durante el proceso de picking.

Es importante destacar que el área está dividida funcionalmente en dos zonas, los “Racks tipo A, que son los racks C, D y E, destinados a productos del mercado nacional” y los “Racks tipo B, que son los racks A y B, orientados a productos de tipo exportación”. (Ver Ilustración 2).

Ilustración 2. Plano General Centro Logístico de la empresa objeto de estudio.



Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

La Ilustración 3 nos ofrece una vista real del centro de distribución. De izquierda a derecha se observan los racks identificados con las letras A y B, destinados al almacenamiento de productos para exportación. Seguido y más hacia el centro se encuentra el área objeto de estudio, conformada por los racks C, D y E, utilizados para almacenar producto nacional. En el presente proyecto, el análisis del proceso picking se realizará con base en la demarcación del área de interés establecida en el plano general del almacén (ver Ilustración 3)

Ilustración 3. Panorámica actual almacén de la empresa objeto de estudio, (2025).



Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

El plano específico del centro logístico muestra de manera detallada los racks objeto de estudio, diferenciados mediante una codificación cromática en verde oscuro, azul, amarillo y naranja. Esta clasificación por colores facilita la identificación visual de las distintas estructuras de almacenamiento dentro del área operativa. Cada rack contiene información adicional sobre las posiciones, que corresponden a las ubicaciones horizontales en cada nivel. Los niveles indican la altura en la que se encuentran los productos almacenados, y en cada posición se disponen cuatro ubicaciones que conforman el slot, considerado la unidad mínima para el almacenamiento de SKU en el centro de distribución.

La Ilustración 4 nos muestra la distribución física del almacén, elemento clave para comprender la lógica operativa del proceso picking. En esta representación se destacan los pasillos denominados “PASILLO NACIONAL” destinados como rutas de acceso para las actividades del proceso picking y slotting con referencia a producto nacional. Estos pasillos no solo facilitan el desplazamiento de los operarios durante la preparación de pedidos, sino que también conectan las distintas zonas de almacén, garantizando la fluidez en el movimiento de equipos y mercancías.

Por otra parte, se ilustran los racks C, D y E, conformados por 196 slots, cada uno cuenta con cuatro posiciones que nos brindan una capacidad total de 824 ubicaciones técnicas, que constituyen el área objeto de estudio. El plano incorpora información técnica esencial para la gestión logística, como las dimensiones y capacidades de cada rack, lo que permite analizar la relación entre el espacio físico y la eficiencia del picking.

Cada rack se describe definiendo la capacidad operativa del sistema así: (Ver Ilustración 4).

- **“Rack C” (color verde), posee 280 posiciones.**

Las dimensiones de cada slot son: (alto 1.34 mts, ancho 2.46 mts, profundidad 2.50 mts).

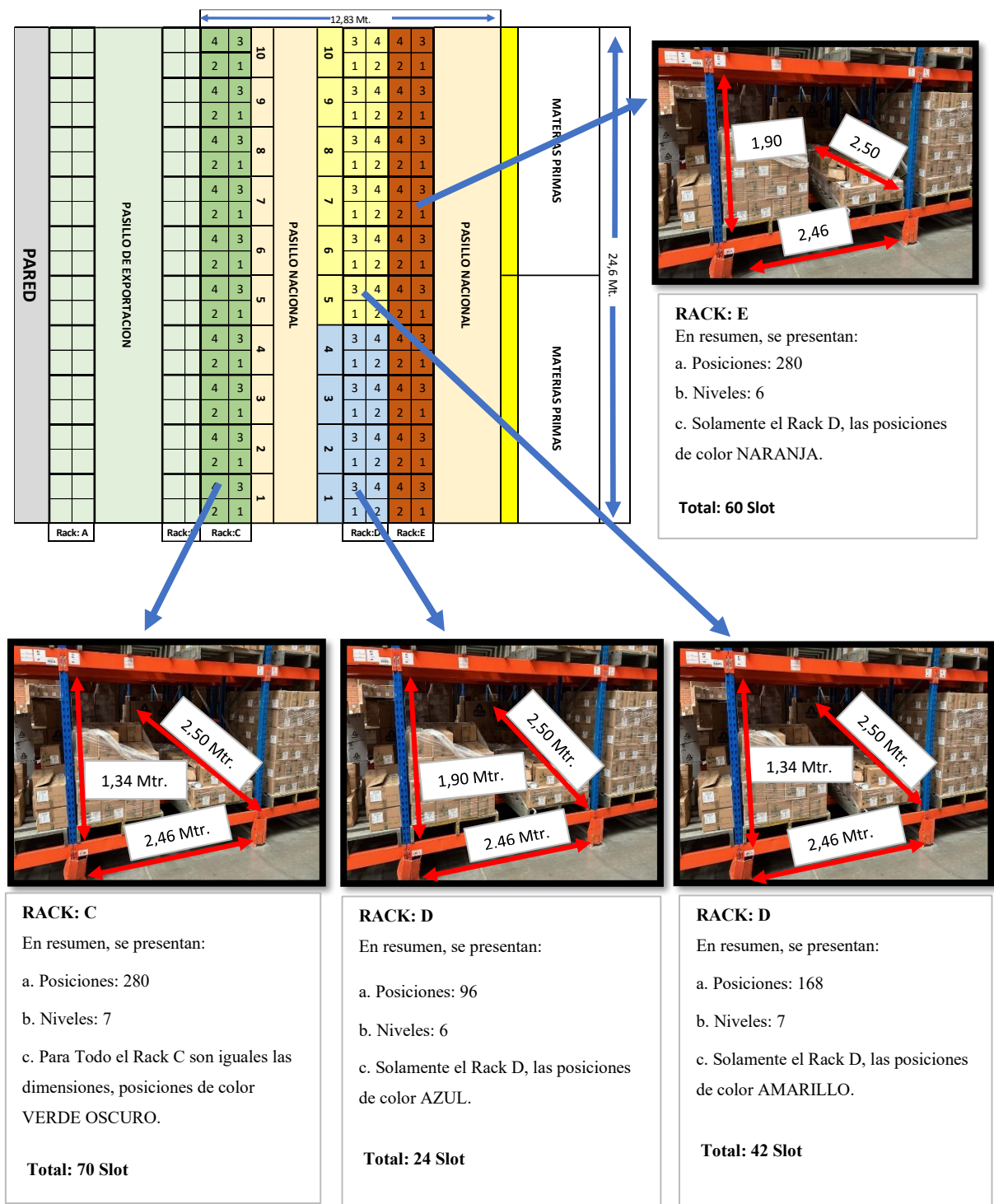
- **“Rack D” primera sección (color azul), posee 96 posiciones.
segunda sección (color amarillo), posee 168 posiciones.**

Las dimensiones de cada slot son: (alto 1.90 mts, ancho 2.46 mts, profundidad 2.50 mts).

- **“Rack E” (color naranja), posee 280 posiciones.**

Las dimensiones de cada slot son: (alto 1.90 mts, ancho 2.46 mts, profundidad 2.50 mts).

Ilustración 4. Área de interés proyecto de investigación, estanterías de la empresa objeto de estudio.



Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

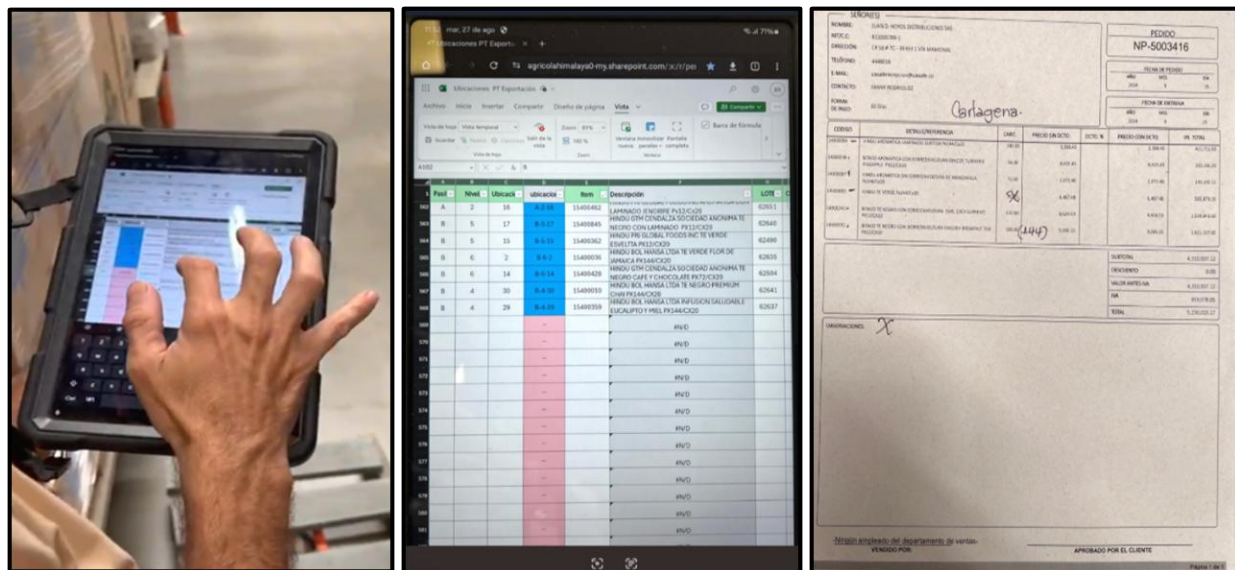
Por otra parte, el personal auxiliar del almacén utiliza una herramienta tecnológica para localizar las unidades solicitadas en los pedidos. Esta herramienta se gestiona en una base de datos que

registra la asignación de slots por SKU y sus cantidades, alojada en una plataforma en la nube. El acceso se realiza mediante una Tablet con internet Wi-Fi. (ver Ilustración 5), lo que permite a los operarios consultar las referencias e identificar la ubicación exacta de los productos almacenados.

Sin embargo, la actualización de esta base de datos se efectúa manualmente durante el proceso picking y en la ubicación de los productos al momento del almacenamiento, lo que genera limitaciones operativas significativas. Entre las principales deficiencias se encuentran la vulnerabilidad ante interrupciones de conectividad, que ocasionan pérdida de información del inventario, y la dependencia crítica de mantener actualizado el registro por ubicación, lo que incrementa los tiempos improductivos en la función principal del picking.

Este modelo soporta la gestión de almacenamiento aleatorio y la preparación de pedidos, metodología actualmente implementada en el centro de distribución, aunque con impactos negativos en la eficiencia operativa y en la confiabilidad, veracidad y calidad del dato, así como en el flujo de información.

Ilustración 5. Operación de picking por pedido y gestión de slotting.



Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

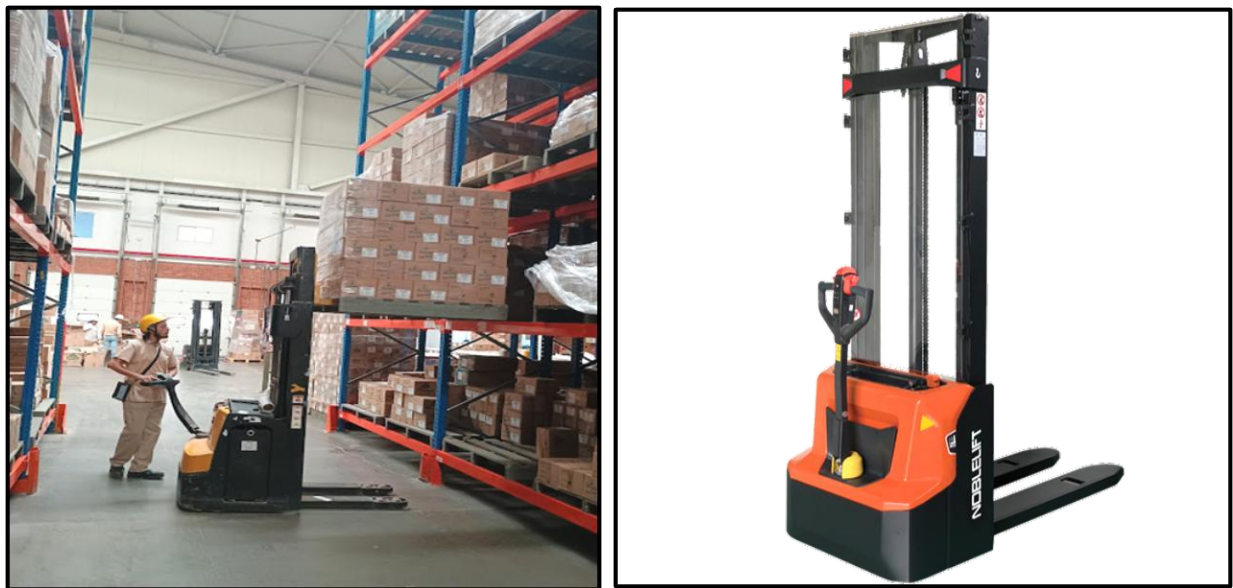
Así mismo, el centro de distribución objeto de estudio, presenta equipos especializados para la manipulación de los productos, los cuales son fundamentales para garantizar la eficiencia y seguridad en los procesos logísticos. Estos equipos son empleados en diversas etapas operativas,

tales como; la recepción de mercancías, el almacenamiento, la preparación de pedidos (picking) y el despacho de carga en camiones, utilizando plataformas niveladoras.

Estas actividades representan procesos críticos dentro de la operación logística del centro de distribución, por lo que requieren emplear tecnología y equipos especializados que garanticen agilidad en el alistamiento de pedidos, reducción de tiempos de recolección y una mayor capacidad de respuesta frente a las exigencias del picking. En este contexto, el estibador eléctrico se convierte en un equipo esencial para el manejo eficiente de materiales, especialmente en zonas de alta densidad de almacenamiento y durante la preparación de pedidos.

Este equipo destaca por su capacidad para transportar, levantar y apilar cargas de hasta 1.2 toneladas, accediendo a alturas de hasta 3 metros, lo que permite operar en niveles medios de los racks, específicamente en los niveles 2 y 3, considerados de fácil acceso bajo el principio (Hombre – Producto). La correcta selección y uso de este tipo de equipos impacta directamente en la eficiencia operativa de la empresa objeto de estudio, por lo que su análisis y aplicación forman parte integral del presente diagnóstico. (Ver Ilustración 6).

Ilustración 6. “Estibador eléctrico capacidad 1.2 toneladas - 3 metros de altura”.



Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio y tomado de <https://maquitectdecolombia.com>

Otro equipo fundamental en la operación del centro de distribución es el montacargas eléctrico, utilizado para la manipulación y movimiento de productos en el área de almacenamiento.

Este equipo apoya directamente el proceso de picking, ya que está diseñado para operar en pasillos estrechos y manejar cargas de hasta 2.2 toneladas, alcanzando alturas superiores a 4 metros, con elevaciones que oscilan entre 4 y 6 metros. Esta funcionalidad es especialmente importante para las labores que se realizan en la empresa objeto de estudio, teniendo en cuenta que los racks C, D y E, almacenan producto nacional, los cuales presentan niveles superiores que requieren este tipo de equipos para las operaciones de picking y slotting.

Además, el montacargas eléctrico dentro de sus particularidades técnicas incorpora un sistema de precisión que garantizan una elevación segura y estable de pallets, reduciendo los riesgos durante la ejecución de maniobras y protegiendo la integridad de los operarios. Su capacidad para operar en niveles altos, específicamente los niveles del 4 al 7 que es el máximo que se maneja en la empresa objeto de estudio, y resulta crítica para la recuperación de productos requeridos en la preparación de pedidos y para el almacenamiento eficiente de mercancías. El uso adecuado de este equipo impacta directamente en la accesibilidad a los productos, la agilidad de la operación, la reducción de tiempos en el alistamiento de pedidos y otros aspectos clave para el análisis y diseño de las estrategias de picking (ver Ilustración 7).

Ilustración 7. “Estibador eléctrico capacidad 2.2 toneladas - 4.8 metros de altura”.



Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio y tomado de <https://www.noelift.org>.

Por último, se hace referencia al estibador manual, otro recurso utilizado en el centro de distribución para apoyar las labores de manipulación y movimiento de carga. Este equipo se usa,

especialmente en tareas que requieren desplazamientos cortos o cuando se agotan las baterías de los equipos eléctricos, convirtiéndose en una opción para continuar con las labores del proceso picking. (Ver Ilustración 8).

Ilustración 8. “Estibador manual capacidad 1.2 toneladas”.



Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio y tomado de <https://solucionamosyrepresentamos.com>

Con el objetivo de identificar al personal que labora en la empresa objeto de estudio, se realizaron visitas técnicas para la realizar una observación directa, lo cual permitió recolectar información detallada sobre las funciones que desempeña cada colaborador dentro del centro de distribución.

A partir del análisis realizado, se logró identificar los cargos y roles específicos que cumplen los trabajadores en las distintas operaciones logísticas. Esta caracterización permite comprender cómo se estructura el equipo humano y cómo se distribuyen las responsabilidades en los procesos de recepción de mercancías, almacenamiento de productos, preparación de pedidos (picking) y despacho de carga. La información obtenida constituye una base fundamental para evaluar la eficiencia operativa del centro logístico, así como para proponer mejoras en la gestión del talento humano, alineadas con los objetivos del proyecto. (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Recursos humanos.

CARGO	ESTUDIOS REALIZADOS
Administrador Bodega	No se obtuvo información
Aux. Log (supervisor)	Técnico en Logística
Aux. Log (supervisor)	Bachiller
Aux. Log (supervisor)	Bachiller
Operario	Técnico Gestión Logística
Operario	Curso Mercadeo y Servicio al cliente
Operario	Bachiller
Operario	Bachiller
Operaria	Bachiller

Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

Las siguientes imágenes corresponden al personal operativo del centro de distribución donde se desarrolla el presente proyecto de investigación. Este grupo de colaboradores desempeña funciones clave en las distintas etapas del proceso logístico, tales como la recepción de mercancías, el almacenamiento de productos, la preparación de pedidos (picking) y el despacho de carga. La documentación visual del equipo humano permite complementar el análisis realizado mediante visitas y observación directa, ofrece una perspectiva más completa sobre la dinámica operativa del centro logístico. (Ver Ilustración 9).

Ilustración 9. Personal operativo, visita técnica realizada a la empresa objeto de estudio. (2025).



Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

6.3. Indicadores centro de distribución.

La empresa objeto de estudio suministró información relevante de los indicadores logísticos que manejaron en el segundo semestre del 2024, lo cual permitió realizar un análisis enfocado en la evaluación del desempeño operativo a través de cuatro indicadores clave, como el OTIF (On Time

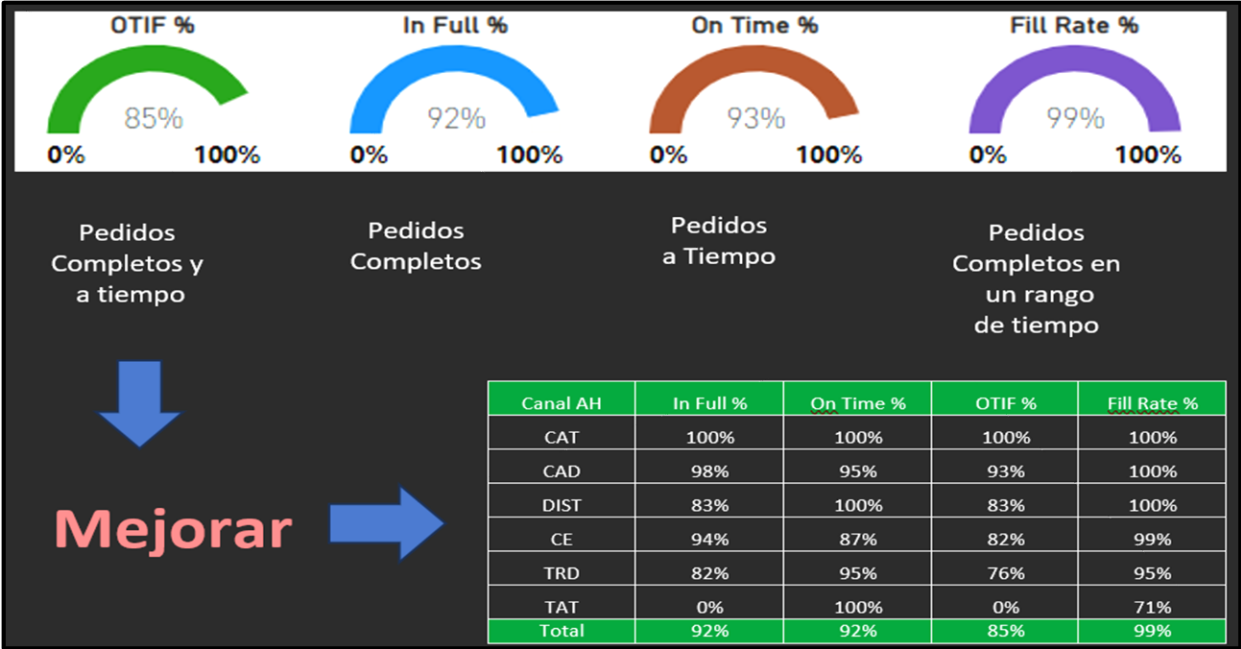
In Full) que mide la capacidad de la empresa para entregar los pedidos de forma completa y oportuna. El (On Time %) representa el porcentaje de pedidos entregados a tiempo. El (In Full %) que indica el porcentaje de pedidos completados en su totalidad y el (Fill Rate %) que corresponde a la tasa de llenado, es decir, el nivel de cumplimiento en la entrega de productos solicitados.

El análisis comparativo se realizó contrastando los resultados actuales de la empresa con el estándar ideal del 100%, lo que permitió identificar brechas de desempeño en cada indicador.

El indicador más crítico identificado fue el OTIF, con un resultado del 85%, lo que evidencia una oportunidad de mejora en la capacidad de entregar pedidos completos y a tiempo. Esta situación se ve especialmente afectada por el desempeño de los canales Tradicional, Clientes Especiales y Distribuidor, en donde el OTIF es del 76%, 82 % y 83 % respectivamente.

Estos resultados reflejan la necesidad de fortalecer los procesos logísticos relacionados con la gestión de almacenamiento, la precisión en la preparación de pedidos y la coordinación en las entregas, con el fin de cerrar las brechas frente al estándar ideal y mejorar la satisfacción del cliente. (Ver Ilustración 10).

Ilustración 10. Indicadores logísticos de la Empresa Objeto de Estudio, (2024).



Fuente: Con base en información de la empresa objeto de estudio.

6.4. Muestra representativa de ítems almacenados.

Como parte del diagnóstico inicial, se realizó una evaluación general del estado del almacenamiento en el centro logístico de la empresa objeto de estudio, tomando como referencia una muestra representativa de ítems. El análisis evidenció la ausencia de técnicas y metodologías comúnmente aplicadas en el sector logístico para gestionar el almacenamiento, lo que se traduce en una alta dispersión a causa de múltiples ubicaciones, falta de agrupación lógica y carencia de procedimientos estructurados de almacenamiento. Este patrón de distribución revela la forma en que los productos están organizados físicamente para su selección y recolección, actividades clave en el proceso de preparación de pedidos. El picking, considerado uno de los procesos más críticos en la gestión de almacenes, representa el vínculo directo entre el inventario y el cliente final, como lo señalan Arango et al. (2010)., y de Koster et al. (2007). Su eficiencia depende en gran medida de la forma en que los productos están ubicados y del diseño de las rutas de recolección.

(Ver Tabla 10).

Tabla 10. Análisis del proceso picking Vs sistema de almacenamiento y el impacto negativo en la preparación de pedidos.

Código de Ítem	Número de Ubicaciones	Detalle
14300107	163	El primer ítem, código SAP 14300107 se encuentra distribuido en 163 ubicaciones distintas, distribuidas en el rack "C" con 102 ubicaciones y el rack "D" con 61 ubicaciones, esto implica múltiples recorridos por parte de los operarios, representando un aumento significativo en el tiempo empleado para el picking y aumenta significativamente la probabilidad de errores.
14300158	37	El segundo ítem código SAP 14300158 está ubicado en 37 posiciones diferentes, en los racks C y D, la dispersión en el almacenamiento del ítem dificulta la planificación eficiente de las rutas de picking.
14300097	29	En el comportamiento del tercer ítem, código SAP 14300097 se observa que está distribuido en tres racks, requiere desplazamientos entre zonas C, D y E, lo que fragmenta el proceso de recolección de pedidos, dificultando la recuperación de productos.
14300073	23	Para el cuarto ítem, código SAP 14300073 las ubicaciones están distribuidas en varios niveles en los racks C y E, lo que implica un grado de dificultad en la accesibilidad a los productos.
14300077	20	
14300162	18	La organización de los ítems, código SAP 14300077 y 14300162 se evidencia ubicaciones en tres racks entre zonas C, D y E, para lo cual el operario debe recorrer múltiples pasillos para completar el picking, lo anterior debido a la falta de agrupación lógica que puede llegar a generar confusión y reprocesos en el picking.

Fuente: Elaboración propia. (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

6.5. Análisis de marco lógico

Para finalizar, se desarrolla un análisis de marco lógico que nos permite evidenciar la problemática que se está abordando en el presente proyecto de investigación.

El árbol de problemas es una herramienta fundamental para comprender la raíz de las dificultades en el proceso de preparación de pedidos (Picking) dentro de la empresa objeto de estudio. Este esquema permite visualizar de forma estructurada el problema central, que es la ineficiencia en la preparación de pedidos y cómo este se origina en causas específicas, tales como un almacenamiento aleatorio y con alta dispersión de productos, errores en la recolección y recorridos internos poco eficientes. Estas deficiencias generan efectos significativos en la operación, como mayores tiempos de preparación, incremento de costos logísticos y disminución en la calidad del servicio al cliente. El análisis del árbol no solo facilita la identificación de los factores críticos que afectan la productividad, sino que también constituye la base para formular estrategias orientadas a la mejora del proceso Picking, garantizando una operación más ágil y confiable. (Ver Ilustración 11).

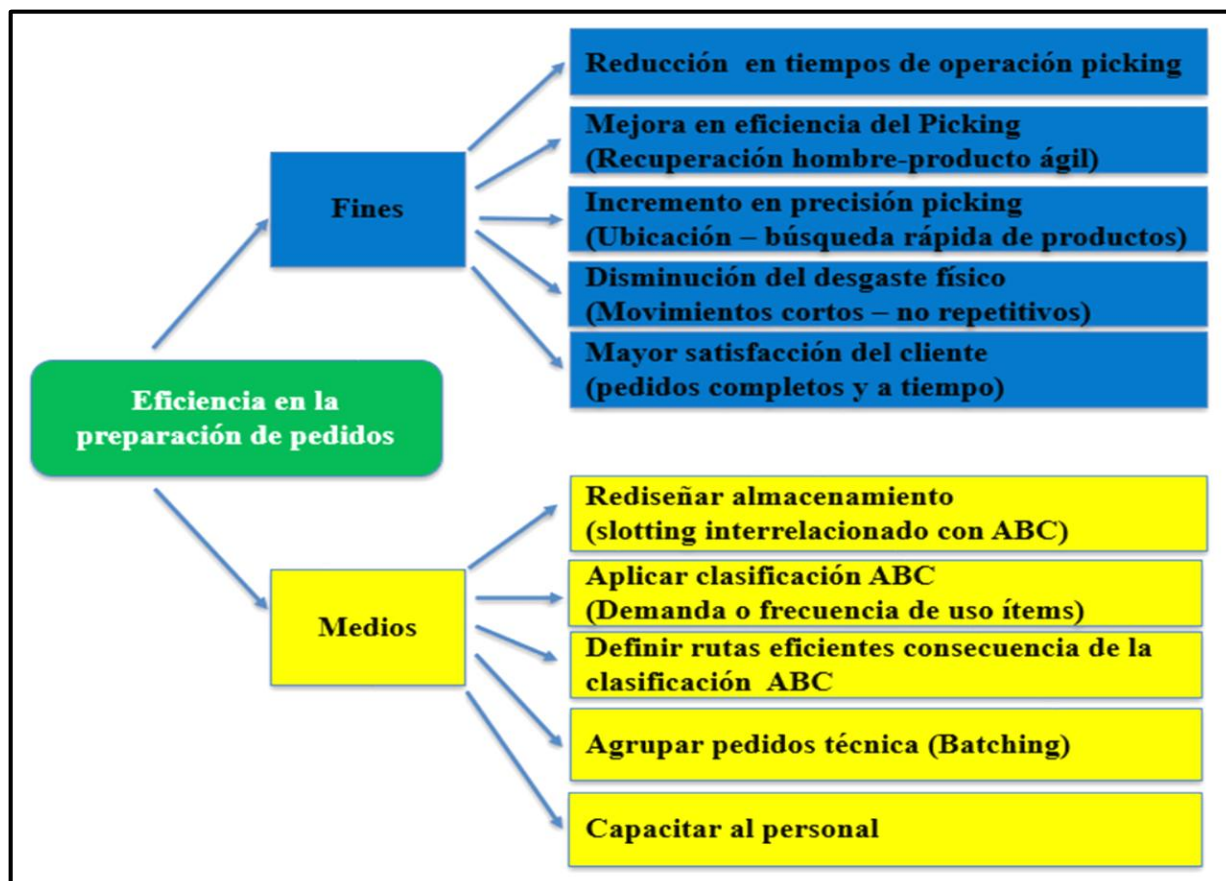
Ilustración 11. Árbol de problemas causas y efectos.



Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

El Árbol de Objetivos constituye la representación positiva del análisis realizado en el Árbol de Problemas, transformando las causas identificadas en medios y los efectos en fines deseados. En el contexto del diseño de estrategias para el proceso Picking, este esquema permite visualizar la meta principal, mejorar la preparación de pedidos para lograr una operación más eficiente y confiable. Para alcanzar este objetivo, se plantean medios estratégicos como el rediseño del almacenamiento según la demanda y frecuencia de uso, la aplicación de la clasificación ABC, la definición de rutas internas eficientes, la agrupación de pedidos mediante técnicas de Batching, la capacitación del personal y la implementación de sistemas de gestión (ERP). Estos medios se orientan a fines concretos, tales como la reducción de costos operativos, la mejora en la precisión del Picking, la disminución del desgaste físico del personal y el incremento en la satisfacción del cliente. Este análisis es esencial, ya que convierte los problemas en oportunidades de mejora, ofreciendo una base sólida para la toma de decisiones y la implementación de estrategias efectivas. (Ver Ilustración 12).

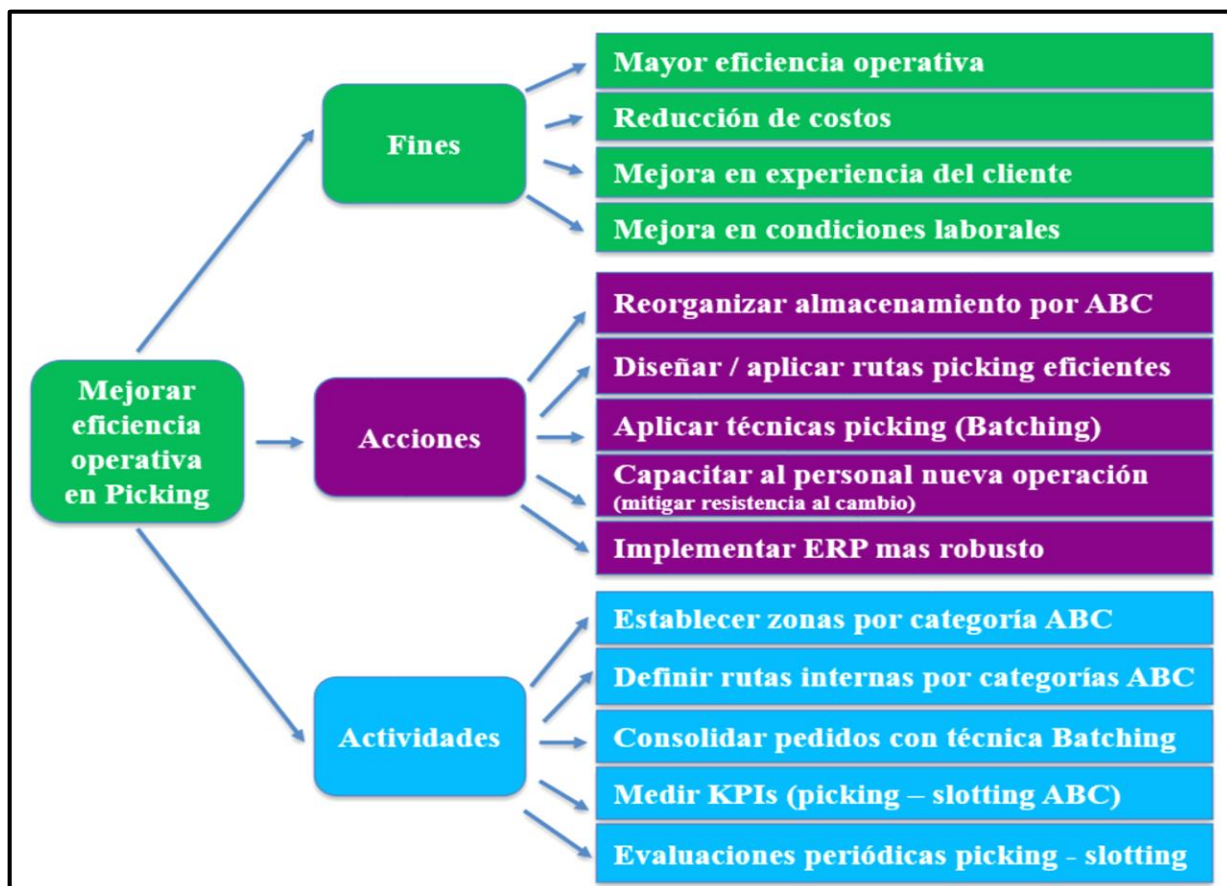
Ilustración 12. Árbol de Objetivos (Medios y Fines).



Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

La estrategia de mayor relevancia representa la hoja de ruta integral para transformar los objetivos planteados en acciones concretas que mejoren el proceso Picking en la empresa objeto de estudio. Este enfoque se estructura en tres niveles: fines, acciones y actividades. Los fines incluyen una mayor eficiencia operativa, menores costos logísticos y mejorar la experiencia del cliente. Para alcanzar estos resultados, se definen acciones estratégicas como la reorganización del almacenamiento según la clasificación ABC, el diseño de rutas internas eficientes, la aplicación de técnicas de agrupación de pedidos (Batching), la capacitación del personal y la implementación de sistemas de gestión (ERP). Finalmente, se detallan actividades específicas que permiten materializar estas acciones, incluyendo la creación de zonas por frecuencia de uso, la consolidación de pedidos y la medición de indicadores clave de desempeño. Este esquema no solo facilita la ejecución ordenada de mejoras, sino que también asegura un seguimiento continuo, garantizando impactos positivos en la operación logística y en la competitividad de la empresa. (Ver Ilustración 13).

Ilustración 13. Estrategia Optima, (Actividades - Acciones - Fines).



Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

7. Diseño de Estrategias y Propuestas de Mejora para el Proceso Picking

El diseño de estrategias de picking busca mejorar la productividad, minimizar errores en la preparación de pedidos y reducir los tiempos en los ciclos de la cadena de suministro, como lo señalan Martínez & Ramírez (2021). Además, es fundamental para mantener la precisión en el almacenamiento y garantizar un flujo eficiente de materiales y productos (González & Pérez, 2023).

Cada estrategia propuesta en esta investigación está fundamentada en la aplicación de metodologías de Slotting que hace referencia a la ubicación estratégica de productos en el almacén y Picking que hace alusión a realizar una selección y recolección de productos.

7.1. Estrategia de Picking No. 1.

“Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.

La primera estrategia propuesta se fundamenta en el diagnóstico realizado al sistema de almacenamiento actual, el cual evidencia una alta dispersión de ítems que afecta directamente la eficiencia del proceso picking. El principal inconveniente identificado es la ausencia de métodos y técnicas en la ubicación de productos dentro de los racks, lo que dificulta su recuperación y la preparación de pedidos. Esta problemática se intensifica en escenarios de alta demanda, donde la capacidad operativa en términos de mano de obra y recursos disponibles resulta insuficiente, comprometiendo el cumplimiento de las metas logísticas y la atención al mercado objetivo.

En respuesta a esta situación, se plantea una estrategia que combina la metodología de agrupación de artículos con la técnica de picking denominada Batching, la cual consiste en recolectar múltiples pedidos de manera simultánea. Esta modalidad permite mejorar los recorridos del operario picker, reduciendo tiempos y esfuerzos. No obstante, la estrategia también contempla la posibilidad de realizar el alistamiento de pedidos de forma individual o combinada (un solo pedido o varios pedidos), brindando flexibilidad según las necesidades específicas de la operación.

Como parte del análisis, se identificaron los diez ítems más críticos en términos de dispersión dentro del almacén. Estos productos se encuentran distribuidos en múltiples ubicaciones entre los racks C, D y E, lo que genera limitaciones operativas que incrementa los tiempos picking, dificulta la preparación de pedidos, afectan el rendimiento y aumenta el riesgo de errores. Para facilitar su identificación en el esquema de slotting actual, cada ítem fue caracterizado con un color específico, permitiendo visualizar claramente su distribución y validar el grado de dispersión.

Como parte del diagnóstico, se analizó la dispersión en el almacenamiento tomando una muestra representativa de diez ítems con mayor número de ubicaciones. Este análisis evidenció que productos de alta demanda se encuentran distribuidos en múltiples posiciones, lo que genera recorridos extensos y afecta la eficiencia del proceso picking. Esta situación representa una oportunidad clara de mejora mediante una reorganización estratégica que reduzca la dispersión y facilite el acceso a los productos.

Posteriormente, se evaluó el comportamiento de la demanda durante el primer semestre de 2025, clasificando los ítems en tres categorías: alta demanda, demanda media y baja demanda. Esta clasificación es fundamental para definir la estrategia de slotting más adecuada, ya que permite agrupar productos según criterio de demanda y reorganizar sus ubicaciones para mejorar el posicionamiento y la accesibilidad a los productos, reduciendo tiempos en la preparación de pedidos (picking).

La Tabla 11 presenta el análisis de dispersión en el almacenamiento, relacionando el número de ubicaciones distintas por ítem con su nivel de demanda, lo que evidencia la necesidad de aplicar técnicas estructuradas para optimizar la disposición de productos. (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de dispersión en el almacenamiento, relacionada con la demanda

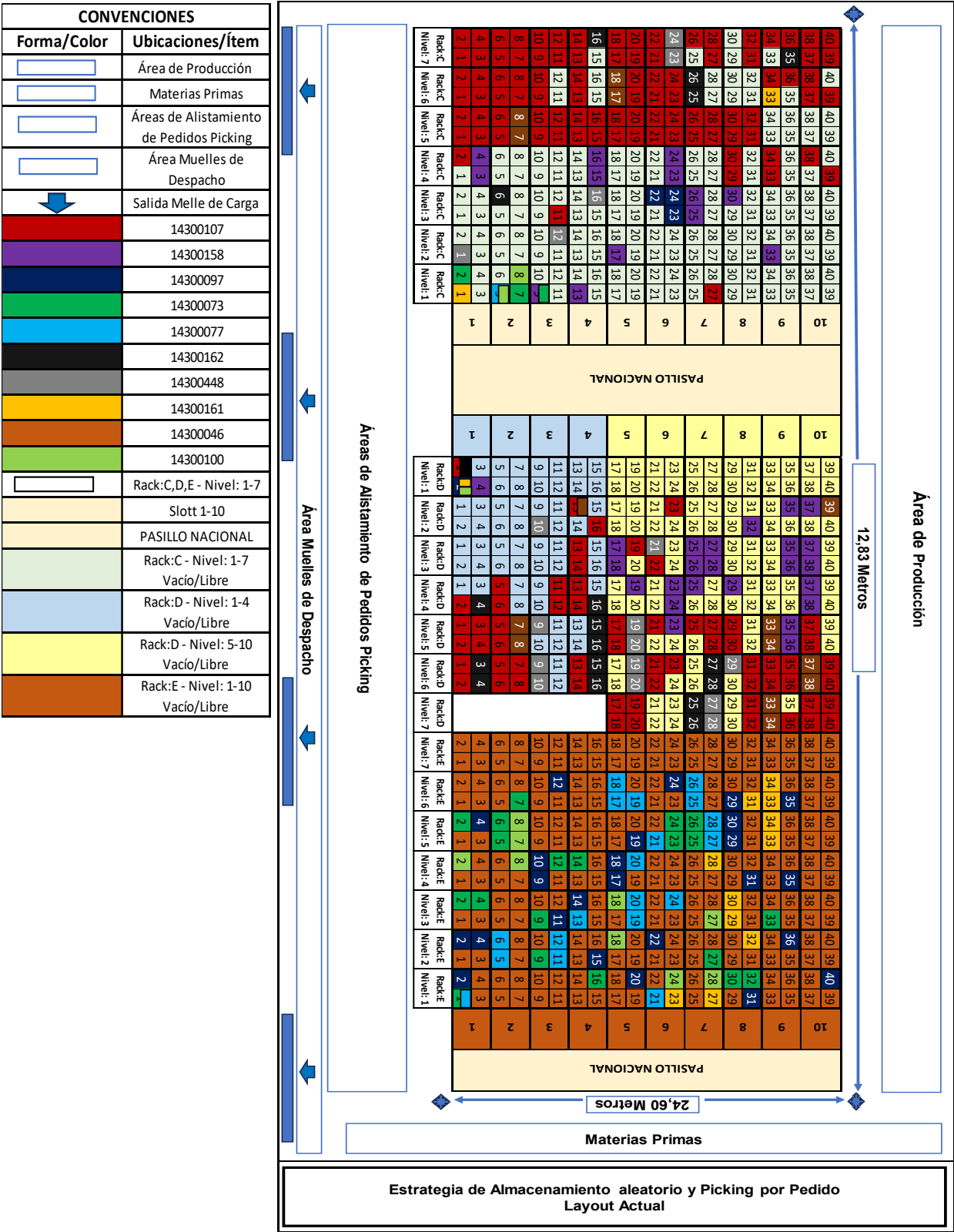
Ítem	Número Ubicaciones Distintas PT	Demanda (Cantidad Pedida)	Observación
14300107	161	39,339	Demanda Media
14300158	37	25,763	Demanda Media
14300097	29	648,169	Alta Demanda
14300073	23	193,284	Alta Demanda
14300077	20	181,45	Alta Demanda

Ítem	Número Ubicaciones Distintas PT	Demanda (Cantidad Pedida)	Observación
14300162	18	29,607	Demanda Media
14300448	17	4,439	Baja Demanda
14300161	14	268,576	Alta Demanda
14300046	14	18,619	Demanda Media
14300100	12	126,887	Alta Demanda

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

Por consiguiente, en la Ilustración 14 se muestra la disposición actual de los productos en el almacén, graficando la información suministrada en el sistema Excel. Esta visualización permite evidenciar las incidencias negativas en las rutas de recolección, tales como el aumento en los tiempos de consolidación, el desgaste físico del personal operativo y la ineficiencia en la preparación de pedidos. A través de esta caracterización, se documenta el actual almacenamiento aleatorio y el modelo de picking por pedido (individual), así como el layout físico del almacén, lo que permite validar gráficamente el nivel de dispersión de los ítems críticos previamente identificados y proponer la “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”. (Ver Ilustración 14).

Ilustración 14. Estrategia de almacenamiento aleatorio y picking por pedido, layout actual.



Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

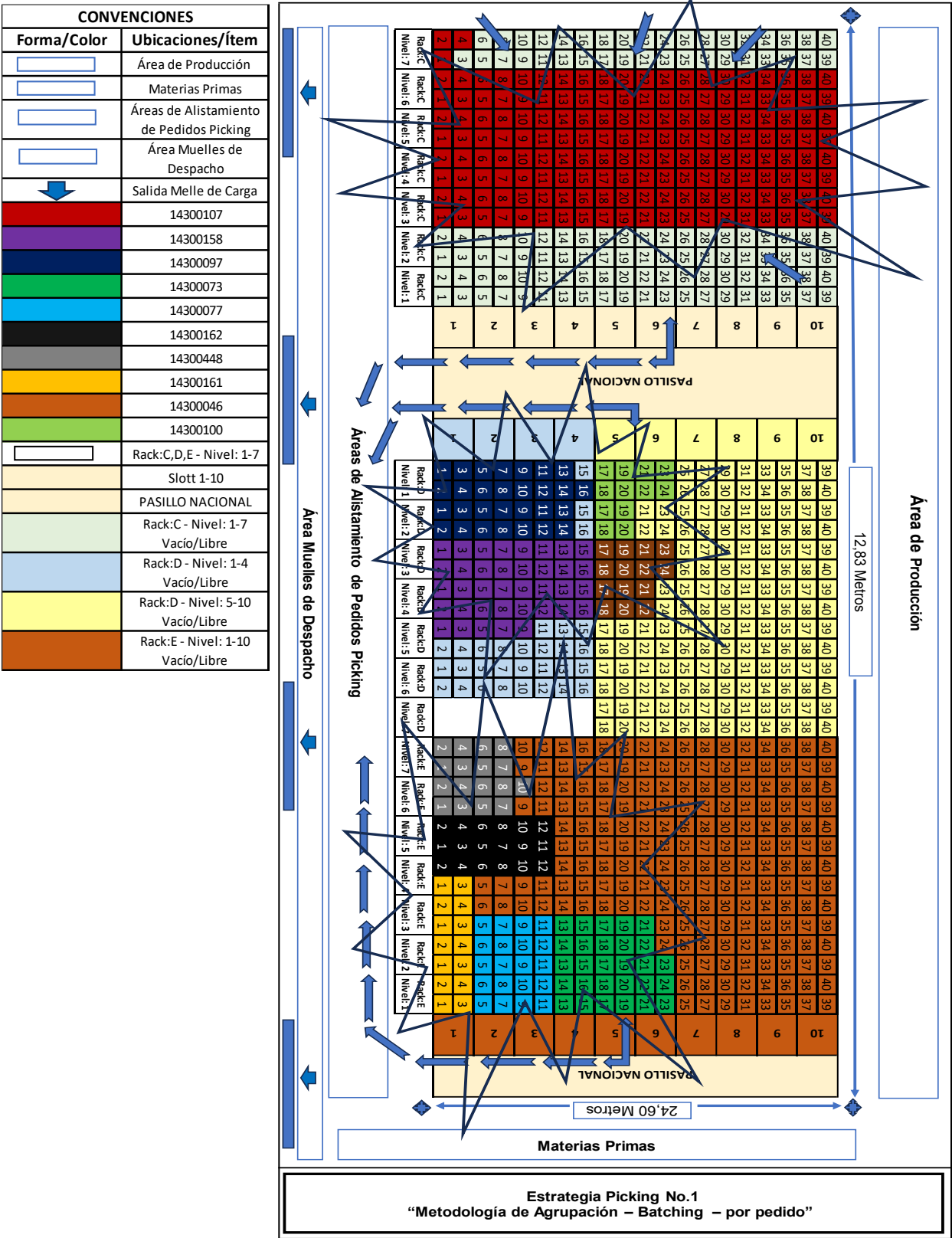
En este contexto, se propone una estrategia de agrupación de productos basada en la lógica operativa, fundamentada en la metodología de Slotting, que permite reorganizar las ubicaciones de los ítems según criterios técnicos. Esta propuesta considera el enfoque del agrupamiento de productos, organizando los ítems de manera que se facilite su identificación y recuperación durante el picking. Además, mediante el análisis de la demanda, se prioriza la ubicación de los productos más solicitados en zonas de fácil acceso, con el objetivo de reducir recorridos y tiempos de recolección.

El impacto de la estrategia analizada refleja su capacidad de adaptarse a las necesidades operativas, permitiendo ejecutar el proceso de picking mediante la técnica de Batching ósea el agrupamiento de pedidos para mejorar los recorridos o de forma individual por pedido. Esta flexibilidad fortalece el sistema logístico y permite una mejor planificación de recursos. La propuesta se sustenta en el uso de Batching, complementado con una reorganización lógica del almacenamiento basada en Slotting. Esta técnica permite ubicar los productos estratégicamente según su nivel de demanda, facilitando su búsqueda y recuperación durante la preparación de pedidos.

En contraste con el estado actual, caracterizado por una dispersión aleatoria de ítems, recorridos extensos y baja eficiencia, la implementación de esta estrategia permitirá, mejorar la precisión en la recolección de productos; estableciendo zonas específicas de almacenamiento, mejorando la accesibilidad y la identificación rápida de ítems. Lo anterior nos permitirá de forma potencial reducir la distancia recorrida por los operarios, minimizar el tiempo de preparación de pedidos y disminuir el desgaste físico del personal. De acuerdo con la experiencia operativa en el centro de distribución, obtenida mediante visitas y análisis previos según el diagnóstico realizado, se recomienda agrupar tres pedidos por ciclo de picking. Esta configuración ha demostrado generar estabilidad en los tiempos de alistamiento, que tienden a mantenerse cercanos a la media, favoreciendo la planificación y el control del proceso.

Esta técnica resulta especialmente útil en entornos donde existe una agrupación de productos por características comunes, en este caso se aplicó el análisis de la demanda, lo que crea las condiciones ideales para aplicar Slotting de forma eficiente. Esta estrategia responde directamente a los hallazgos del diagnóstico y se alinea con los objetivos de mejora del proceso picking, contribuyendo a un desempeño logístico más ágil, preciso y sostenible. (Ver Ilustración 15).

Ilustración 15. Metodología de Agrupación – Batching – por pedido.



Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

En la siguiente tabla se presenta un análisis de los aspectos relevantes, contrastados entre el estado actual del sistema de picking de la empresa objeto de estudio, caracterizado por recorridos extensos, baja eficiencia y una ausencia de metodologías y técnicas para realizar el slotting, los beneficios esperados tras diseñar e implementar la estrategia No.1, “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”, destacando las ventajas que nos ofrece; como la reducción de distancias recorridas, menor desgaste físico del personal, mejora en la precisión de recolección y una organización más eficiente del almacenamiento. También se consideran posibles desventajas, como la necesidad de rediseñar la organización del almacenamiento, capacitar al personal y superar la resistencia al cambio, lo cual puede acarrear inversiones adicionales, pero permite una evaluación integral de la propuesta. (Ver Tabla 15).

Tabla 12. Ventajas y desventajas tras la implementación de la estrategia No.1.

Aspecto	Estado Actual	Ventajas de la Estrategia Propuesta	Desventajas Potenciales
Distancia recorrida por los operarios picker.	Recorridos extensos y desestructurados debido a la dispersión aleatoria de los ítems.	Reducción significativa de distancias a consecuencia de una distribución de zonas de picking.	Requiere rediseño de la organización del almacenamiento y posible inversión en infraestructura.
Tiempo de preparación de pedidos.	Elevado, por falta de estructura y planificación lógica y rutas eficientes.	Mejora en el tiempo utilizado mediante rutas más cortas y mejor planificación de recorridos.	Necesidad de capacitación inicial para adaptarse al nuevo sistema.
Desgaste físico del personal	Alto, por desplazamientos innecesarios y falta de ergonomía.	Disminución del esfuerzo físico al reducir trayectos y mejorar la disposición de los productos.	Posible resistencia al cambio por parte del personal.
Precisión en la recolección.	Baja, por errores en la ubicación, dispersión de ítems almacenados y confusión entre los mismos.	Mejora en la precisión a consecuencia de una mejor identificación y accesibilidad a los productos almacenados.	Dependencia de un sistema de codificación o etiquetado bien implementado. Que se debe mantener permanentemente
Organización del almacenamiento	Caótica, sin zonas definidas ni lógica de ubicación, con ausencia de metodologías y técnicas de slotting.	Establecimiento de zonas específicas que facilitan la identificación rápida y el acceso eficiente a los productos.	Requiere análisis detallado para definir zonas y categorías de productos.
Gestión de la demanda	No se considera la demanda, carencia del uso de técnicas y análisis para la salida de productos.	Identificación de ítems críticos permite reorganizar ubicaciones según demanda y frecuencia de salida.	Requiere actualización periódica del análisis de demanda para mantener eficiencia.
Flexibilidad operativa	Limitada, con preparación de pedidos uno a uno.	Posibilidad de aplicar picking mediante técnica de Batching o picking por pedido (uno a uno) según necesidades operativas.	Requiere planificación para evitar congestión en zonas de alta ocupación.

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

7.2. Estrategia de Picking No. 2.

“Metodología ABC – Batching – por pedido”

A partir del diagnóstico realizado sobre el sistema de almacenamiento y preparación de pedidos, se propone una segunda estrategia de mejora para el proceso picking, orientada a mejorar la operatividad del almacén mediante la reorganización lógica de los productos almacenados. Esta estrategia se fundamenta en la clasificación ABC de productos, aplicada según la demanda registrada durante el primer semestre de 2025, y se complementa con la técnica de Batching, que permite agrupar múltiples pedidos en un solo recorrido o con la flexibilidad que también se puede efectuar el picking por pedido (uno a uno), lo anterior considerando la pertinencia en la operación.

El análisis evidenció que la ubicación actual de los productos no responde a criterios técnicos de organización o no se tiene en cuenta la demanda, lo que genera recorridos extensos, baja eficiencia en la preparación de pedidos y un desgaste físico considerable en el personal operativo.

En este contexto, la estrategia número dos propone una solución integral que combina la metodología de agrupación de artículos con la lógica de clasificación ABC, permitiendo priorizar la ubicación de los ítems más solicitados y mejorando las rutas picking. Según Arango et al. (2010), una correcta disposición de estanterías y productos permite minimizar recorridos, facilitar el acceso y mejorar la eficiencia operativa. En línea con esta premisa, la estrategia incorpora la clasificación ABC como criterio técnico para reorganizar el almacenamiento. Lo anterior complementado con la técnica de Batching, ya aplicada en la estrategia número uno, donde se mantiene como eje operativo, permitiendo recolectar múltiples pedidos de forma simultánea para mejorar los desplazamientos del operario picker. Esta modalidad puede adaptarse a la operación picking mediante técnica Batching y por pedido (alistamientos individuales o combinados), según la demanda y la capacidad instalada, lo que aporta flexibilidad al sistema logístico.

La estrategia se desarrolla a partir de los siguientes elementos, primero el diseño se sustenta en el análisis ABC; principio de Pareto, formulado por el economista y sociólogo Vilfredo Pareto a finales del siglo XIX, quien observó que aproximadamente el 20 % de la población poseía cerca del 80 % de la riqueza. Este hallazgo, conocido como la regla 80/20, se trasladó al ámbito de la gestión de inventarios para analizar la distribución de la demanda y centrar la atención en aquellos productos que generan la mayor parte del volumen despachado. En la empresa objeto de estudio, el análisis demostró que un pequeño porcentaje de ítems, correspondientes a la categoría A,

concentrando la mayor parte de la demanda, lo que confirma la relevancia del enfoque ABC para priorizar la gestión eficiente del almacenamiento.

La clasificación ABC, nos permite segmentar los productos en tres categorías según su participación en la demanda total, identificando los más críticos y estableciendo prioridades en su ubicación, como parte del diseño se propone agrupar los productos por nivel de demanda dentro de cada categoría ABC. Esta reorganización del archivo de Excel, utilizado en el centro de distribución para la gestión de las ubicaciones facilita la identificación, mejora la accesibilidad y mejora el uso del espacio. Es importante aclarar que esta reubicación requiere la actualización del sistema de ubicaciones del archivo de Excel, utilizado en el centro de distribución para la gestión de las ubicaciones o en el sistema ERP de la empresa. (Ver Tabla 13).

Tabla 13. Metodología clasificación ABC.

Clasificación	Criterio	Reubicación física de productos
Categoría A	Alta demanda (20% de los ítems generan el 80% del movimiento).	Ítems A se ubican cerca de las zonas de despacho y pasillos principales.
Categoría B	Demanda media, que contribuye un 15% adicional al volumen total.	Ítems B se colocan en zonas intermedias.
Categoría C	Baja demanda, (aproximadamente el 50%) que corresponden al 5% restante del volumen.	Ítems C se asignan a zonas menos accesibles, como áreas periféricas o niveles superiores.

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de (Pareto. 1897).

El análisis de demanda permitió clasificar los 154 ítems de los productos que maneja la empresa objeto de estudio en tres categorías, como se muestra en la Tabla 17. Los resultados indican que 33 productos de categoría A concentran el 79% del volumen total de pedidos, lo que evidencia la necesidad de priorizar su ubicación para reducir los tiempos de recolección y mejorar la productividad. (Ver Tabla 14).

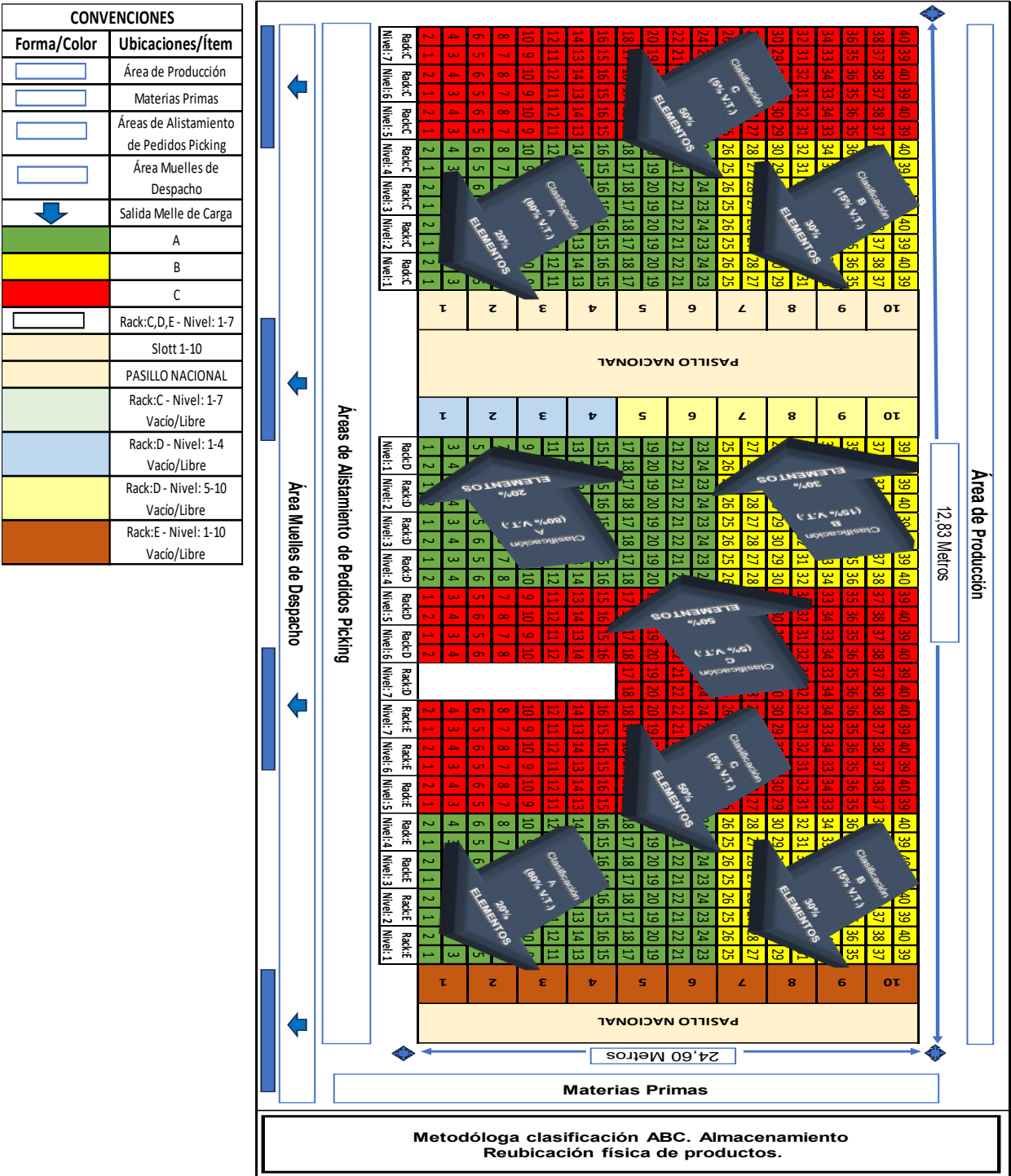
Tabla 14. Clasificación ABC, relacionada con el análisis de la demanda.

Clasificación ABC	Cantidad Ítem	Cantidad Pedida	Participación
A	33	4.263.987	79%
B	31	832.807	15%
C	90	283.355	5%
Total, general	154	5.380.149	100%

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

La Ilustración16, representa la propuesta de almacenamiento y reubicación física de productos, evidenciando cómo la metodología clasificación ABC se traduce en una distribución más lógica y eficiente dentro del centro logístico. (Ver Ilustración 16).

Ilustración 16. Propuesta metodología clasificación ABC. Almacenamiento y reubicación física de productos.



Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

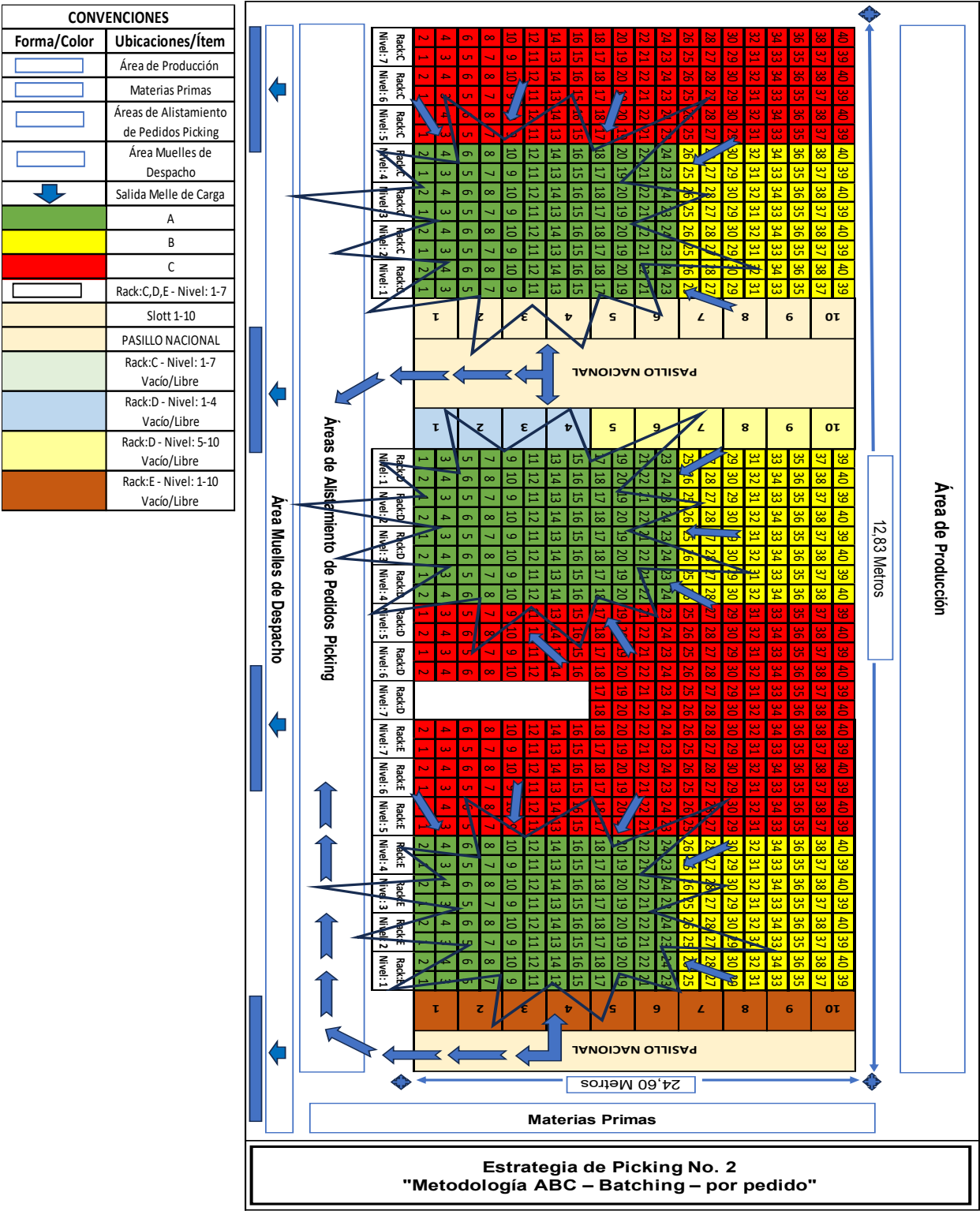
Como resultado de la implementación de esta metodología, se proyecta realizar una mejora significativa de las rutas picking, priorizando accesos rápidos a los ítems de alta demanda mediante rutas directas. Para ello, es necesario capacitar al equipo operativo en la nueva lógica de almacenamiento y en las rutas picking mejoradas, asegurando una correcta adaptación al nuevo modelo.

La recuperación de productos se adapta a la clasificación ABC mediante tres tipos de rutas, la primera es la ruta directa para los (Ítems A), con accesos rápidos desde la zona de despacho a los racks de alta demanda, minimizando el tiempo de recolección y aumentando la frecuencia de recuperación (hombre-producto) para la preparación de pedidos. La segunda es la ruta intermedia con acceso para los (Ítems B), con recorridos moderados hacia zona media, manteniendo un equilibrio entre eficiencia y cobertura; y la tercera es la ruta extendida que cubre los (Ítems C), mediante unas rutas más largas hacia zonas periféricas o elevadas, con menor frecuencia de acceso, reduciendo la interferencia de estos productos en las operaciones diarias.

La forma de recolectar se ajusta a la estrategia de Slotting, permitiendo aplicar la técnica de Batching para agrupar pedidos o realizar picking por pedido, según las necesidades de la operación. Esta flexibilidad contribuye a reducir los recorridos innecesarios, minimizar los tiempos de preparación de pedidos, mejorar la precisión en la recolección de productos, mejorar el uso del espacio y los recursos disponibles y a la misma vez cuidar la salud del personal operativo, mejorando la ergonomía y la seguridad en el trabajo.

En conjunto, la estrategia “Metodología ABC – Batching – por pedido” responde directamente a los hallazgos del diagnóstico y se alinea con los objetivos de mejora del proceso de picking. Su implementación permite una operación más ágil, precisa y sostenible, fortaleciendo el desempeño logístico del centro de distribución y contribuyendo al cumplimiento de los estándares de servicio exigidos por el mercado objetivo. (Ver Ilustración 17).

Ilustración 17. Estrategia de Picking No. 2. "Metodología ABC – Batching – por pedido".



Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

En la siguiente tabla se presenta un análisis de los aspectos relevantes, contrastados entre el estado actual del sistema de picking de la empresa objeto de estudio, caracterizado por recorridos extensos, baja eficiencia operativa y la ausencia de metodologías y técnicas adecuadas para el slotting, los beneficios esperados tras el diseño e implementación de la estrategia Picking No. 2. "Metodología ABC – Batching – por pedido", destacando las ventajas que ofrece, como la reducción de distancias recorridas, menor desgaste físico del personal, mejora en la precisión de recolección y una organización más eficiente del almacenamiento. También se consideran posibles desventajas, como la necesidad de rediseñar la organización del almacenamiento, capacitar al personal y superar la resistencia al cambio, lo que permite una evaluación integral de la propuesta. (Ver Tabla 15).

Tabla 15. Ventajas y desventajas tras la implementación de la estrategia No.2.

Aspecto	Estado Actual	Ventajas de la Estrategia Propuesta	Desventajas Potenciales
Distancia recorrida por los operarios picker.	Recorridos extensos y desestructurados debido a la dispersión aleatoria de los ítems.	Reducción de recorridos mediante rutas directas hacia ítems de alta demanda (categoría A).	Requiere rediseño de la organización del almacenamiento y adaptación del personal a nuevas rutas.
Tiempo de preparación de pedidos.	Elevado, por falta de estructura y planificación lógica y rutas eficientes.	Mejora el uso o empleo del tiempo gracias a la priorización de accesos y agrupación de pedidos (Batching).	Necesidad de capacitación inicial para adaptarse al nuevo sistema.
Desgaste físico del personal	Alto, por desplazamientos innecesarios y falta de ergonomía.	Disminución del esfuerzo físico al reducir trayectos y mejorar la lógica de acceso a los productos.	Posible resistencia al cambio por parte del personal.
Precisión en la recolección.	Baja, por errores en la ubicación, dispersión de ítems almacenados y confusión entre los mismos.	Mejora en la precisión mediante clasificación ABC y ubicación estratégica de productos.	Dependencia de una correcta implementación del sistema de codificación y control.
Organización del almacenamiento	Caótica, sin zonas definidas ni lógica de ubicación, con ausencia de metodologías y técnicas de slotting.	Establecimiento de zonas específicas por categoría ABC, facilitando la identificación y recuperación. (Hombre-Producto).	Implica inversión de tiempo en la reubicación física y en la validación de nuevas ubicaciones.
Gestión de la demanda	No se considera la demanda, carencia del uso de técnicas y análisis para la salida de productos.	Clasificación ABC permite priorizar ítems críticos y mejorar el uso del espacio y recursos disponibles.	Riesgo de obsolescencia si no se actualiza periódicamente el análisis de demanda.
Flexibilidad operativa	Limitada, con preparación de pedidos uno a uno.	Posibilidad de aplicar picking mediante técnica Batching o picking por pedido (uno a uno) según necesidades operativas.	Requiere planificación y control para evitar congestión en zonas de alta ocupación.

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

7.3. Estrategia de Picking No. 3.

“Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”

La tercera estrategia se desarrolla como una respuesta técnica y operativa al diagnóstico realizado sobre el sistema de picking de la empresa objeto de estudio, el cual evidencia recorridos extensos, baja eficiencia, desorganización en el almacenamiento y una falta de criterios sistemáticos para la ubicación de productos. En este contexto, se propone una solución integral que combina tres enfoques, la clasificación ABC, el análisis de frecuencia de ítems demandados o solicitados y el picking mediante la técnica de Batching o picking por pedido (uno a uno) para la preparación de pedidos.

A diferencia del modelo actual de picking discreto (por pedido individual), común en almacenes con baja rotación, esta estrategia se adapta a las condiciones reales del centro de distribución, caracterizadas por una alta demanda y una elevada frecuencia de participación de ciertos ítems en las órdenes de pedido. Por ello, se plantea una reorganización en la forma de almacenar que priorice el acceso a los productos más demandados, reduciendo los recorridos del operario picker y mejore la precisión en la recolección.

El punto de partida es el análisis de frecuencia de demanda, que permite clasificar los productos en tres categorías según su participación en las órdenes de pedido durante el primer semestre del 2025. El destaca la categoría A (Alta Frecuencia), que incluye 57 ítems y representa el 79 % de la participación; la categoría B (Frecuencia Media), con 29 ítems que aportan el 16 %; y la categoría C (Baja Frecuencia), conformada por 68 ítems con una participación del 5 %. Esta clasificación se presenta así: (Ver Tabla 16).

Tabla 16. Clasificación ABC, relacionada con el análisis frecuencia de la demanda.

Clasificación ABC	Cantidad Ítem	Frecuencia	Participación
A	57	22.412	79%
B	29	4.418	16%
C	68	1.443	5%
Total, general	154	28.273	100%

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

La estrategia contempla además la planificación de la preparación de pedidos mediante Batching, diseñando rutas que reduzcan desplazamientos innecesarios y tiempos de alistamiento.

Con base en la frecuencia de participación de los ítems en pedidos múltiples, se evidencia la viabilidad de consolidar recorridos y mejorar la recolección de productos para el alistamiento de pedidos (picking). Esta información permite establecer la clasificación ABC y organizar el almacén de manera más eficiente. La Tabla 17 nos muestra un ejemplo práctico que corresponde a una serie de pedidos que fueron programados para el día 13 de enero de 2025, al mismo tiempo destaca la pertinencia de programar la recuperación de productos y mejorar los recorridos, aportando eficiencia al proceso picking. (ver Tabla 17).

Tabla 17. Frecuencia de participación de los ítems en la demanda, con relación a las órdenes de pedido (2025-1).

Fecha Pedido 13/01/2025	Ítem	Numero de Pedido							
		NA-1015052	NA-1015052	NA-1015054	NA-1015055	NA-1015057	NA-1015058	NA-1015059	NA-1015060
Frecuencia	14300161	1	1	1	1	1	1	1	1
	14300164	1	1	1	1		1		1
	14300165	1	1	1	1	1	1	1	1
	14300163	1	1	1	1	1	1		1
	14300160				1		1		
	14300167					1		1	

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

El uso de la técnica Batching para efectuar el picking, permite recolectar simultáneamente los ítems de varios pedidos en una sola ruta, consolidando la recolección y reduciendo recorridos repetitivos. Esta técnica debe estar acompañada de una planificación eficiente del recorrido, lo que contribuye a una mayor precisión en la preparación de pedidos.

Para implementar esta estrategia, se propone una reorganización física del almacenamiento basada en la frecuencia de uso, utilizando la metodología clasificación ABC. Esta redistribución requiere la actualización del sistema de ubicaciones en el archivo Excel o en el ERP de la empresa, asegurando que la lógica de almacenamiento refleje la frecuencia real de uso de cada producto. La

implementación de esta metodología permite establecer una estrategia de ruteo operativa, con rutas definidas según la frecuencia de utilización. (Ver Tabla 18).

Tabla 18. Estrategia de ruteo por categoría ABC y frecuencia de utilización.

Metodología	Criterios	Técnica de Slotting
Ruta A (categoría A)	Accesos directos y cortos hacia productos de alta frecuencia	Los ítems A deben ubicarse en zonas de fácil acceso, asignación (racks C, D y E, slots 1–6, niveles 1–4)
Ruta B (categoría B)	Recorridos intermedios para productos de frecuencia media.	Los ítems B en zonas intermedias, asignación (racks C, D y E, slots 7–10, niveles 1–4)
Ruta C (categoría C)	Rutas más largas y menos frecuentes para productos de baja rotación.	Los ítems C en zonas elevadas, asignación (racks C, D y E, slots 1–10, niveles 5–7) o en zonas periféricas.

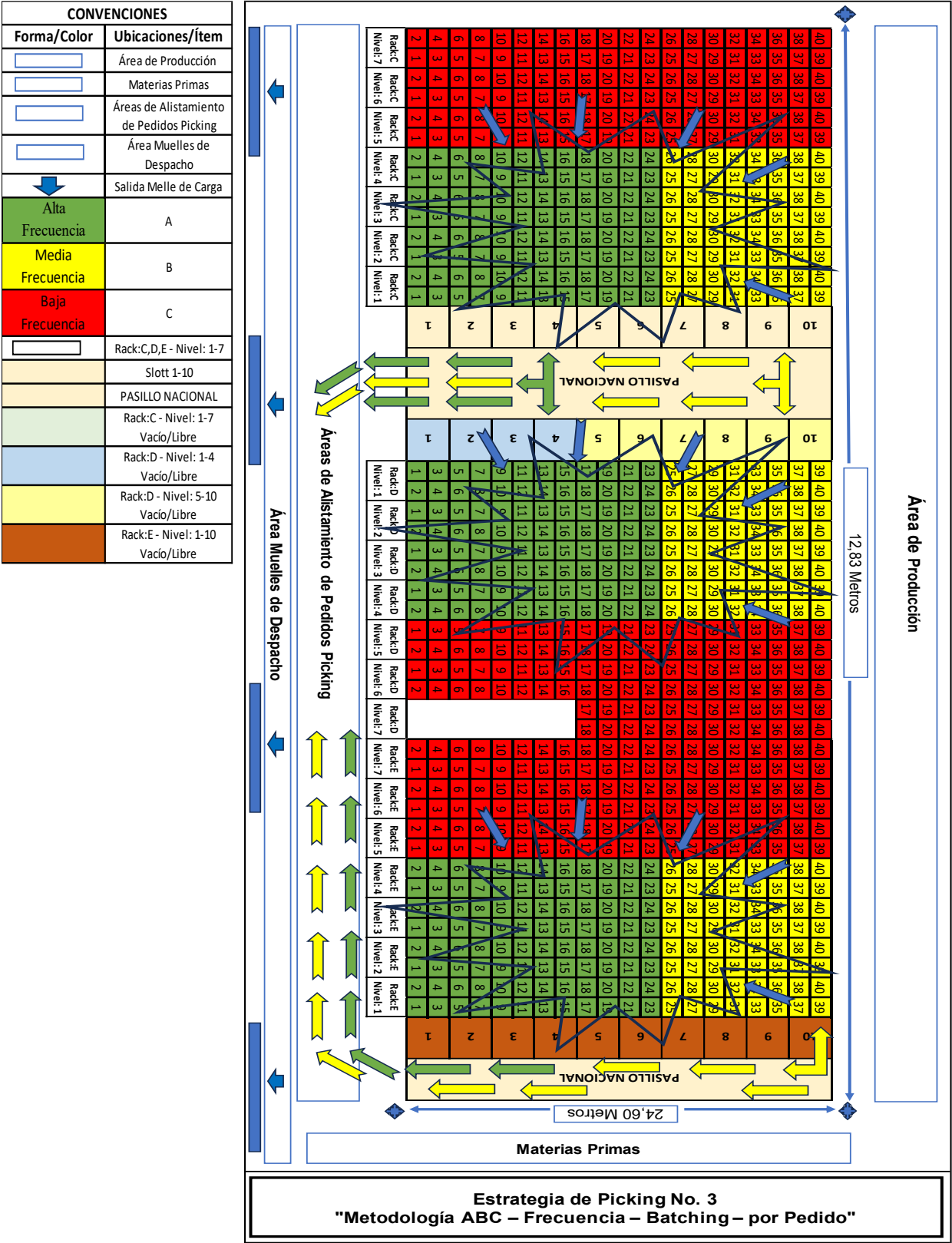
Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de (Pareto. 1897).

En contraste con el estado actual, caracterizado por recorridos extensos, baja eficiencia, desorganización y falta de criterios técnicos en la ubicación de productos, la implementación de esta estrategia permitirá trabajar aspectos importantes como la reducir la distancia recorrida por los operarios picker, reducir el empleo del tiempo de preparación de pedidos, prevenir y disminuir el desgaste físico del personal, mejorar la precisión en la recolección de productos, establecer zonas específicas de almacenamiento según frecuencia de uso, mejorar el uso del espacio y los recursos disponibles y fortalecer la ergonomía y la seguridad en el trabajo.

En conjunto, la estrategia “Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido” responde directamente a los hallazgos del diagnóstico y se alinea con las necesidades operativas del centro de distribución. Su implementación permite una operación más ágil, precisa y sostenible, contribuyendo al cumplimiento de los estándares logísticos exigidos por el mercado objetivo.

La Ilustración 18 representa gráficamente la propuesta, basada en la metodología ABC por frecuencia, evidenciando cómo la lógica de almacenamiento y el diseño de rutas se alinean con los objetivos de mejora del proceso picking. (Ver Ilustración 18).

Ilustración 18. Estrategia de picking No.3, Metodología ABC - Frecuencia – Batching – por Pedido.



Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

En la siguiente tabla se presenta un análisis de los aspectos relevantes, contrastados entre el estado actual del sistema de picking de la empresa objeto de estudio, caracterizado por recorridos extensos y repetitivos, baja eficiencia en la recuperación de productos y la ausencia de metodologías y técnicas para realizar el slotting, los beneficios esperados tras el diseño e implementación de la estrategia de picking No.3, “Metodología ABC - Frecuencia – Batching – por Pedido”, destacando las ventajas que ofrece, como la reducción de distancias recorridas, menor desgaste físico del personal, mejora en la precisión de recolección y una organización más eficiente y lógica del almacenamiento. También se consideran posibles desventajas, como la necesidad de rediseñar la organización del almacenamiento, capacitar al personal y superar la resistencia al cambio, lo que permite una evaluación integral de la propuesta. (Ver Tabla 19).

Tabla 19. Ventajas y desventajas tras la implementación de la estrategia No.3.

Aspecto	Estado Actual	Ventajas de la Estrategia Propuesta	Desventajas Potenciales
Distancia recorrida por los operarios picker.	Recorridos extensos y desestructurados debido a la dispersión aleatoria de los ítems.	Reducción de recorridos mediante rutas directas hacia ítems de alta frecuencia (categoría A).	Requiere rediseño de la organización del almacenamiento y adaptación del personal a nuevas rutas.
Tiempo de preparación de pedidos.	Elevado, por falta de estructura y planificación lógica y rutas eficientes.	Mejora el empleo y/o el uso del tiempo a consecuencia de la priorización de accesos y agrupación de pedidos mediante técnica (Batching).	Necesidad de planificación eficiente para consolidar rutas y evitar congestión.
Desgaste físico del personal	Alto, por desplazamientos innecesarios y falta de ergonomía.	Disminución del esfuerzo físico al reducir trayectos y mejorar la lógica de acceso a los productos.	Posible resistencia al cambio por parte del personal.
Precisión en la recolección.	Baja, por errores en la ubicación, dispersión de ítems almacenados y confusión entre los mismos.	Mejora en la precisión mediante rutas definidas por frecuencia y recuperación lógica y ágil de productos.	Dependencia de una correcta implementación del sistema de codificación y control.
Organización del almacenamiento	Caótica, sin zonas definidas ni lógica de ubicación, con ausencia de metodologías y técnicas de slotting.	Establecimiento de zonas específicas por frecuencia de demanda, facilitando la identificación y recuperación (Hombre-Producto).	Implica inversión de tiempo en la reubicación física y en la validación de nuevas ubicaciones.
Gestión de la demanda	No se considera la demanda, carencia del uso de técnicas y análisis para la salida de productos.	Clasificación ABC por frecuencia permite priorizar ítems críticos y mejorar el uso del espacio y recursos disponibles.	Riesgo de obsolescencia si no se actualiza periódicamente el análisis de demanda.
Flexibilidad operativa	Limitada, con preparación de pedidos uno a uno.	Aplicación de picking mediante técnica Batching y picking por pedido (uno a uno), permite agrupar pedidos y ajustar rutas según frecuencia de uso.	Requiere planificación para evitar interferencias entre rutas de alta y baja frecuencia.

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

7.4. Estrategia de Picking No. 4.

“Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”

En el marco del proceso de mejora continua del sistema de picking, la cuarta estrategia se presenta como una alternativa avanzada que responde a las limitaciones operativas identificadas en el diagnóstico, como los recorridos extensos, la baja eficiencia, la desorganización en el almacenamiento y una limitada capacidad de respuesta ante la demanda. Esta propuesta se construye sobre una base técnica sólida, integrando la metodología de Slotting como eje estructural, la cual permite reorganizar las ubicaciones de los ítems según criterios operativos y de demanda, optimizando el flujo de trabajo dentro del almacén.

La estrategia se apoya en la clasificación ABC de productos, aplicada en función de su comportamiento en la demanda, lo que permite segmentar el inventario en categorías que facilitan la identificación, recuperación y priorización de ítems durante el proceso de recolección. Al ubicar los productos más solicitados en zonas de fácil acceso, se logra reducir significativamente los recorridos del personal operativo, minimizar los tiempos de preparación de pedidos y mejorar la eficiencia general del sistema.

La estrategia combina la técnica de Batching, que permite recolectar simultáneamente los ítems de varios pedidos en una sola ruta, con una clasificación posterior en la zona de despacho. A diferencia del modelo tradicional de picking por pedido individual, esta modalidad permite consolidar productos durante el recorrido y luego separarlos por cliente o pedido, garantizando precisión y eficiencia operativa.

El desarrollo de esta estrategia parte del análisis de demanda, aplicando la clasificación ABC para segmentar los ítems en tres categorías, la categoría A se describe como alta demanda y abarca el 20 % de los ítems generan el 80 % del movimiento, la categoría B se describe como demanda media y abarca el 30 % de los ítems generan el 15 % del movimiento y por último tenemos la categoría C descrita como baja demanda y abarca el 50 % de los ítems generan el 5 % del movimiento. La Tabla 20 presenta esta clasificación, evidenciando que un número reducido de productos concentra la mayor parte del volumen despachado. Esta información es clave para definir la lógica de almacenamiento y las rutas de recolección. (Ver Tabla 20).

Tabla 20. Clasificación ABC, relacionada con el análisis de la demanda.

Clasificación ABC	Cantidad Ítem	Cantidad Pedida	Participación
A	33	4.263.987	79%
B	31	832.807	15%
C	90	283.355	5%
Total, general	154	5.380.149	100%

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

La reubicación física del inventario se plantea mediante la agrupación de productos por demanda clasificándolos en cada categoría ABC, lo que facilita la identificación y mejora la accesibilidad. Se prioriza la ubicación de los ítems A cerca de las zonas de despacho y pasillos principales, los ítems B en zonas intermedias, y los ítems C en zonas menos accesibles. Esta reorganización requiere la actualización del sistema de ubicaciones en el archivo Excel o en el ERP de la empresa.

El planeamiento del proceso picking mediante la técnica de Batching se basa en la consolidación de pedidos que comparten ítems o zonas de recolección. La Tabla 21 ejemplifica cómo cinco pedidos distintos incluyen el mismo ítem de alta demanda, lo que permite agruparlos en una sola ruta de recolección. (Ver Tabla 21).

Tabla 21. Planeamiento del proceso picking mediante la técnica de batching, relacionado con el análisis de la demanda y el análisis de los pedidos que comparten ítems o zonas de recolección.

No. Pedido	Ítem	Cantidad Pedida (Cajas)
NA-1015009	14300107	170
NA-1015010	14300107	135
NA-1015011	14300107	20
NA-1015012	14300107	80
NA-1015013	14300107	100

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

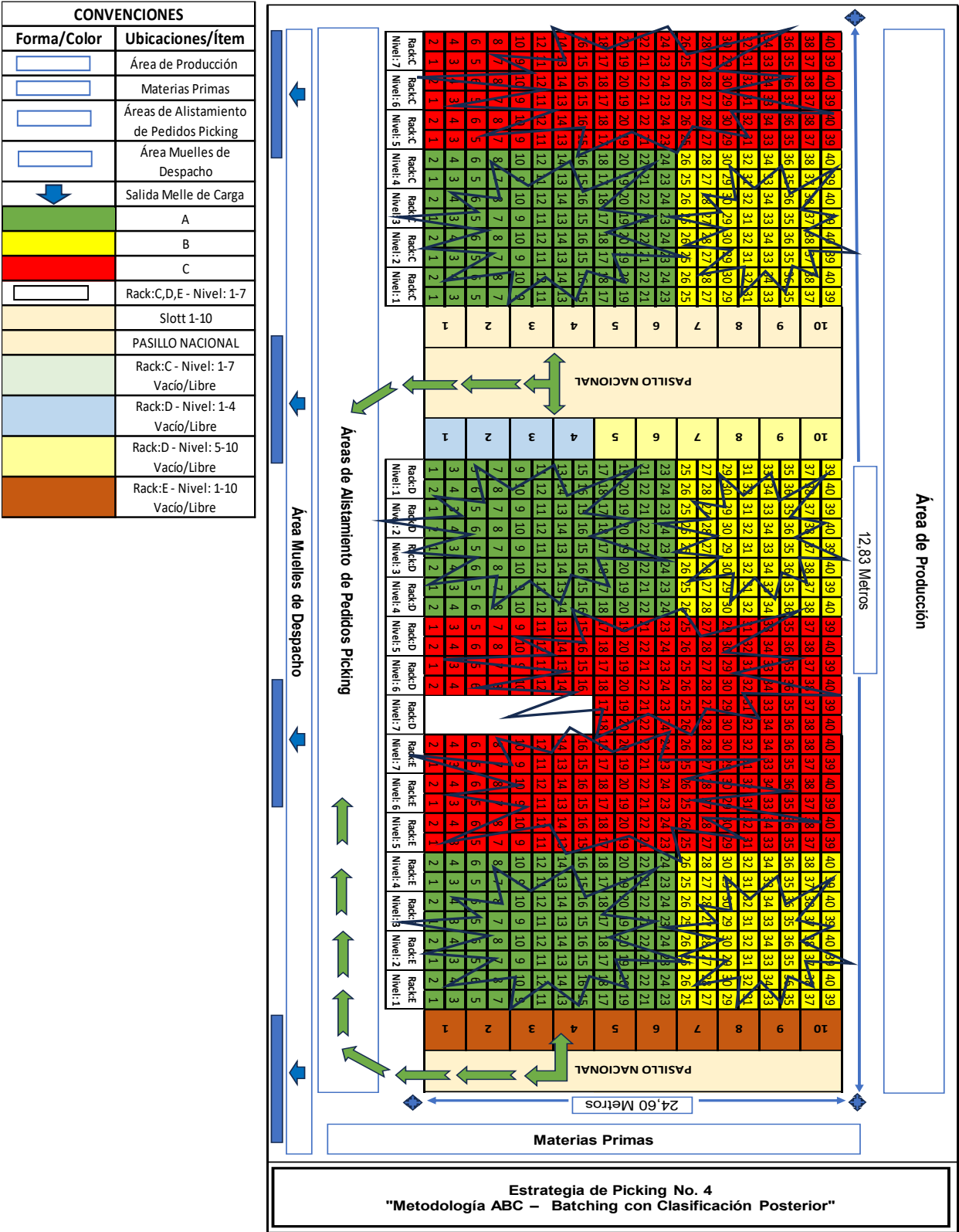
Las rutas de recolección se diseñan para recorrer secuencialmente las zonas ABC, evitando desplazamientos innecesarios, adaptados al contexto del picking por Batching. El operario picker recibe los pedidos agrupados, ejecuta el recorrido priorizando ítems A, luego B y finalmente C, y consolida los productos recolectados para su posterior clasificación.

Una vez finalizado el recorrido, se realiza la separación y consolidación de los pedidos en la zona de despacho. El inventario recuperado se organiza según las unidades requeridas en cada pedido, garantizando precisión en la preparación y cumplimiento de los tiempos de entrega.

La implementación de esta estrategia representa un avance significativo en la eficiencia operativa del proceso picking. Al consolidar múltiples pedidos en una sola ruta y reorganizar el almacenamiento según criterios de demanda, contribuye a mejorar de los desplazamientos dentro del almacén, esta no solo reduce el tiempo invertido en la preparación de pedidos, sino que también disminuye el esfuerzo físico del personal, al evitar recorridos innecesarios y repetitivos. La precisión en la recolección se fortalece gracias a la clasificación posterior en la zona de despacho, donde cada pedido es consolidado con mayor control. Además, la reorganización de los ítems en zonas específicas según su nivel de demanda permite un uso más eficiente del espacio, mejora la accesibilidad y contribuye a un entorno de trabajo más ergonómico y seguro para los colaboradores.

La Ilustración 19, representa gráficamente la propuesta del almacenamiento de productos y flujo operativo basado en la metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior, evidenciando cómo se consolidan los pedidos y se mejora la eficiencia del proceso. En síntesis, esta estrategia no solo responde a las debilidades detectadas en el diagnóstico, sino que también introduce una dinámica operativa más inteligente y adaptable. Al integrar la lógica de clasificación ABC con la técnica de Batching y una consolidación posterior, se transforma el proceso picking en una operación más estratégica, donde cada recorrido está orientado a mejorar la eficiencia y minimizar los errores. Esta metodología fortalece la capacidad del centro de distribución para responder con agilidad y precisión a las exigencias del mercado, elevando el estándar de desempeño logístico y contribuyendo a una gestión más sostenible y centrada en la mejora continua. (Ver Ilustración 19).

Ilustración 19. Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”.



Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

A continuación, se presenta un análisis detallado que contrasta las condiciones actuales del sistema de picking con los beneficios esperados tras el diseño y la implementación de la estrategia Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”. El diagnóstico evidenció una operación marcada por recorridos innecesarios, baja eficiencia operativa en el alistamiento de pedidos y una estructura de almacenamiento con alta dispersión de productos. Frente a este panorama, se proyectan mejoras significativas en aspectos clave como la reducción del esfuerzo físico del personal, el aumento en la precisión de la recolección y una reorganización más funcional del inventario. Asimismo, se consideran los desafíos que podrían surgir durante la implementación, como la necesidad de rediseñar la organización del almacenamiento, capacitar al equipo operativo y gestionar el proceso de adaptación al nuevo modelo. Este contraste permite evaluar integralmente el impacto de la estrategia propuesta. (Ver Tabla 22).

Tabla 22. Ventajas y desventajas tras la implementación de la estrategia No.4.

Aspecto	Estado Actual	Ventajas de la Estrategia Propuesta	Desventajas Potenciales
Distancia recorrida por los operarios picker.	Recorridos extensos y desestructurados debido a la dispersión aleatoria de los ítems.	Reducción de recorridos mediante rutas secuenciales y consolidación de múltiples pedidos.	Requiere rediseño de la organización del almacenamiento y planificación de rutas secuenciales.
Tiempo de preparación de pedidos.	Elevado, por falta de estructura y planificación lógica y rutas eficientes.	Mejora el empleo y/o uso del tiempo a consecuencia de la recolección simultánea y clasificación posterior.	Necesidad de espacio adicional en zona de clasificación y control de preparación de pedidos.
Desgaste físico del personal	Alto, por desplazamientos innecesarios y falta de ergonomía.	Disminución del esfuerzo físico al evitar recorridos repetitivos y mejorar los trayectos.	Posible resistencia al cambio por parte del personal operativo.
Precisión en la recolección.	Baja, por errores en la ubicación, dispersión de ítems almacenados y confusión entre los mismos.	Mayor precisión al consolidar productos en zona de despacho y separar por pedido.	Dependencia de una correcta separación en zona de despacho para evitar errores.
Organización del almacenamiento	Caótica, sin zonas definidas ni lógica de ubicación, con ausencia de metodologías y técnicas de slotting.	Establecimiento de zonas específicas por categoría ABC, mejorando accesibilidad a los productos.	Implica inversión de tiempo en reubicación física y actualización del sistema.
Gestión de la demanda	No se considera la demanda, carencia del uso de técnicas y análisis para la salida de productos.	Clasificación ABC permite reorganizar ubicaciones según demanda real.	Riesgo de desactualización si no se revisa periódicamente la demanda.
Flexibilidad operativa	Limitada, con preparación de pedidos uno a uno.	Aplicación picking mediante técnica Batching con clasificación posterior permite adaptar el proceso según necesidades operativas del centro logístico.	Requiere coordinación precisa entre recolección y clasificación para evitar congestión.

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

7.5. Estrategia de Picking No. 5.

“Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”

En el marco de la transformación operativa del sistema de picking, la quinta estrategia se presenta como una propuesta que reorganiza no solo el espacio físico del almacén, sino también la lógica de ejecución del proceso. Esta metodología se fundamenta en la técnica de Slotting, una herramienta clave en la gestión de productos y su almacenamiento que permite ubicarlos estratégicamente según criterios técnicos como la demanda y la frecuencia de uso. Al aplicar Slotting, se logra una distribución más inteligente del inventario, facilitando la identificación de ítems, reduciendo los tiempos de búsqueda y optimizando los recorridos del personal operativo.

El análisis de la demanda permitió segmentar el inventario en tres grupos estratégicos, lo que dio lugar a una distribución zonificada del almacén. Esta segmentación se traduce en una asignación espacial e inteligente, los productos de alta demanda (categoría A), que representan una proporción significativa del 79% en el volumen despachado, se ubican en áreas cercanas a la zona de despacho para facilitar accesos rápidos; los ítems de demanda media con el 15% se les asigna la (categoría B), se organizan en zonas intermedias del almacén, mientras que los productos de baja demanda con el 5% se ubican en la (categoría C), se destinan a espacios de niveles superiores o zonas periféricas. Esta estructura no solo responde a criterios de eficiencia operativa, sino que también mejora los recorridos del personal y la accesibilidad a los productos, alineándose con los principios de la metodología Slotting aplicada en esta estrategia. (Ver Tabla 23).

Tabla 23. Clasificación ABC, relacionada con el análisis de la demanda.

Clasificación ABC	Cantidad Ítem	Cantidad Pedida	Participación
A	33	4.263.987	79%
B	31	832.807	15%
C	90	283.355	5%
Total, general	154	5.380.149	100%

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

Esta zonificación permite aplicar el picking mediante la técnica de Batching y picking por pedido, donde cada operario se especializa en una zona determinada. Esta asignación no solo mejora la

eficiencia operativa, sino que también promueve el desarrollo de competencias específicas, ya que el operario picker se familiariza con los productos y ubicaciones de su área, logrando mayor precisión en la recolección (Hombre – Producto). Para facilitar la navegación, se implementa un sistema de señalización por colores, códigos y mapas, que permite identificar fácilmente las zonas y rutas asociadas a la zonificación y clasificación ABC.

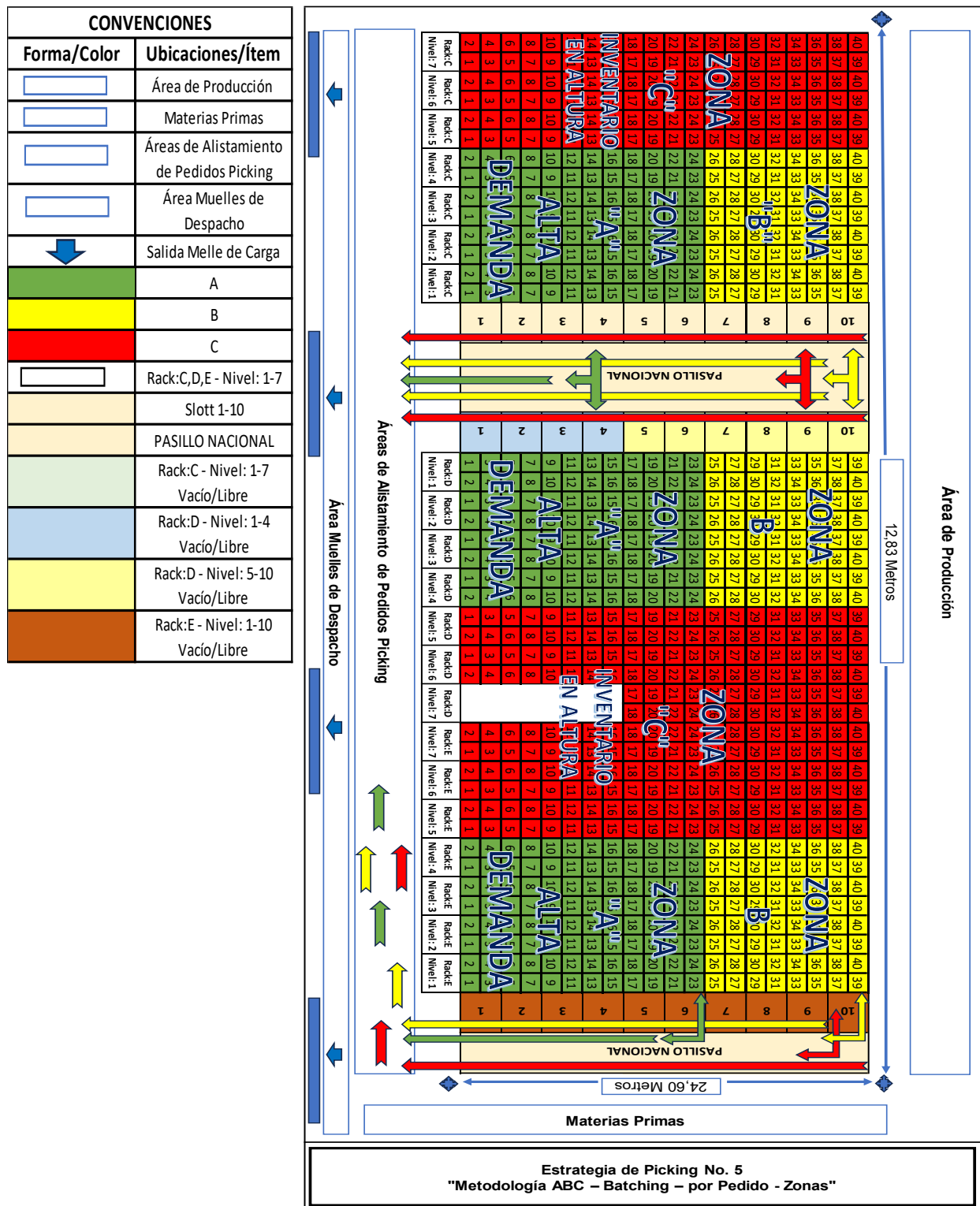
Cada operario realiza el picking dentro de su zona asignada y traslada los ítems recolectados a la zona de despacho, donde se consolidan los pedidos. Esta dinámica permite una planificación más sencilla de rutas, mejora el control del almacenamiento y facilita el monitoreo de indicadores por zona.

El diseño de rutas dentro del almacén responde a una lógica segmentada que busca mejorar cada desplazamiento según la categoría de producto. En la zona destinada a ítems de alta demanda (Zona A), los recorridos son breves y directos, favoreciendo una recolección ágil y cercana a los puntos de despacho. Para los productos de rotación media (Zona B), se establecen trayectos intermedios que equilibran eficiencia y cobertura. Finalmente, los ítems de baja demanda (Zona C) se ubican en áreas más alejadas o elevadas, donde las rutas son más extensas, pero menos frecuentes, evitando interferencias con las operaciones críticas. Esta estructura permite que cada operario se enfoque en recorridos específicos, adaptados a la naturaleza de los productos que gestiona.

La implementación de esta estrategia permite consolidar un modelo de operación más ordenado, ágil y especializado. La zonificación del almacén, combinada con la técnica de Slotting y la clasificación ABC, facilita el acceso a los productos más demandados, reduce los tiempos de preparación de pedidos y mejora la ergonomía del trabajo. La especialización de los operarios por zona contribuye a una mayor precisión en la recolección, mientras que el uso de rutas internas reduce el desgaste físico y mejora la productividad general del centro logístico.

La estrategia “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas” representa una evolución en la gestión del picking, integrando principios técnicos de Slotting, segmentación espacial y especialización operativa. Su implementación permite transformar el almacén en un entorno más eficiente, organizado y adaptable, alineado con los objetivos de mejora continua y con las exigencias del mercado. (Ver Ilustración 20).

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.



El siguiente análisis contrasta las condiciones actuales del sistema de picking, marcadas por recorridos extensos, baja eficiencia operativa en el alistamiento de pedidos y una ausencia de slotting, con los beneficios esperados tras el diseño y la implementación de la estrategia Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”, se destacan las ventajas operativas y se consideran los desafíos que podrían surgir durante la transición, como la necesidad de rediseñar la organización del almacenamiento, capacitar al personal y coordinar la consolidación de pedidos entre zonas. (Ver Tabla 24).

Tabla 24. Ventajas y desventajas tras la implementación de la estrategia No.5.

Aspecto	Estado Actual	Ventajas de la Estrategia Propuesta	Desventajas Potenciales
Distancia recorrida por los operarios picker.	Recorridos extensos y desestructurados debido a la dispersión aleatoria de los ítems.	Reducción de recorridos mediante asignación de zonas específicas por categoría ABC.	Requiere rediseño de la organización del almacenamiento y delimitación física de zonas.
Tiempo de preparación de pedidos.	Elevado, por falta de estructura y planificación lógica y rutas eficientes.	Mejora el empleo y/o el uso del tiempo como consecuencia de la especialización de operarios y rutas internas de picking.	Necesidad de capacitar al personal en rutas internas y lógica zonificada.
Desgaste físico del personal	Alto, por desplazamientos innecesarios y falta de ergonomía.	Disminución del esfuerzo físico al limitar los desplazamientos a zonas específicas.	Posible resistencia al cambio por parte del personal operativo.
Precisión en la recolección.	Baja, por errores en la ubicación, dispersión de ítems almacenados y confusión entre los mismos.	Mayor precisión por conocimiento profundo del almacenamiento de productos por parte del operario asignado.	Dependencia de una correcta asignación y actualización de ubicaciones.
Organización del almacenamiento	Caótica, sin zonas definidas ni lógica de ubicación, con ausencia de metodologías y técnicas de slotting.	Organización eficiente mediante zonificación del almacén y señalización por colores.	Implica inversión en señalización, codificación y mapas de zonas.
Gestión de la demanda	No se considera la demanda, carencia del uso de técnicas y análisis para la salida de productos.	Priorización de ítems según demanda permite mejorar la planificación y control del almacenamiento y los productos.	Riesgo de desbalance si no se actualiza periódicamente la clasificación ABC.
Flexibilidad operativa	Limitada, con preparación de pedidos uno a uno.	Aplicación de picking mediante técnica Batching y picking por pedido (uno a uno), adicional por zonas permite adaptar la operación a distintos niveles de demanda.	Requiere coordinación entre zonas para consolidar pedidos sin errores.

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en información de la empresa objeto de estudio.

8. Evaluación

Para la evaluación de las estrategias de picking que fueron diseñadas, se aplicó la metodología multicriterio AHP (Analytic Hierarchy Process), reconocida por su capacidad para transformar calificaciones cualitativas en valores cuantitativos, facilitando la toma de decisiones en escenarios complejos y con múltiples criterios.

El proceso metodológico se desarrolló en varias etapas, y resulta especialmente útil en proyectos logísticos, donde las decisiones involucran múltiples factores interrelacionados así:

a. Participación de expertos.

Se contó con la colaboración de seis expertos, quienes realizaron la evaluación de manera individual. Cada experto asignó calificaciones a los criterios y a las alternativas, aportando su experiencia para garantizar objetividad y rigor en el análisis. (Ver Tabla 25).

Tabla 25. caracterización del personal de expertos.

Ítem	Nombre	Profesión	Cargo
1	Julián Alberto Sarria Dorado _ Julio Cesar Martínez Cortes	Ing. Industrial	Docente Universidad Santo Tomas.
2	Jhonathan Torres	Ing. Sistemas	Comercial en Herragro SA.
3	Roy Fernán Uribe Valencia	Ing. Electricista, Especialista en Gestión de Proyectos	Director de Proyectos en INGSA SAS - Contratista Ing. Electricista Gobernación del Huila.
4	Hernán Javier Castillo Cerón	Ing. Agrícola, Magister en Gerencia Integral de Proyectos	Docente Universidad Surcolombiana - Contratista Formulator de Proyectos Gobernación del Huila.
5	Jazmín Camacho	Ing. Industrial	Coordinadora de proyectos Consensus SAS.
6	Martha Aristizábal	Ing. Industrial	Gerente Cadena de Abastecimiento ECCO Shoes.

Fuente: Elaboración propia (2025).

b. Definición y jerarquización de criterios

Se identificaron los criterios más relevantes para la elección de la estrategia de picking, tales como la organización del almacenamiento, la flexibilidad operativa, el desgaste físico del personal, el uso de tecnologías y la adaptabilidad en su aplicación. Cada criterio fue ponderado según su importancia relativa dentro del objetivo general. En este proyecto de investigación realizado para la empresa objeto de estudio, el AHP se empleará para evaluar y priorizar las cinco estrategias de picking diseñadas, considerando criterios técnicos y operativos alineados con los objetivos del centro de distribución. (Ver Tabla 26).

Tabla 26. Identificación de criterios más relevantes aplicados al Picking.

Criterio	Descripción
Organización del almacenamiento.	Este criterio evalúa el nivel de orden y lógica en la disposición física de los productos dentro del almacén. Una organización eficiente, basada en metodologías como Slotting y clasificación ABC, permite reducir la dispersión de ítems, mejorar la accesibilidad y mejorar el flujo operativo. La correcta ubicación de los productos impacta directamente en la reducción de recorridos, la precisión en la recolección y la agilidad en la preparación de pedidos.
Flexibilidad operativa.	Hace referencia a la capacidad del sistema para adaptarse a variaciones en la demanda, cambios en el volumen de pedidos y condiciones operativas. Una estrategia flexible permite aplicar diferentes técnicas (Batching, picking por pedido, zonificación) según las necesidades del momento, garantizando continuidad y eficiencia en la operación. Este criterio es clave para responder a escenarios dinámicos y mantener la competitividad.
Desgaste físico del personal.	Este criterio mide el impacto de la estrategia sobre la carga física del operario durante el proceso de picking. Recorridos extensos, falta de rutas definidas y ausencia de ergonomía incrementan el esfuerzo físico y el riesgo de fatiga. Las estrategias que reducen desplazamientos innecesarios mejoran la disposición de productos y promueven la especialización por zonas contribuyen a disminuir el desgaste físico y mejorar las condiciones laborales.
Uso de Tecnologías	Evalúa el grado de incorporación de herramientas tecnológicas en la operación, tales como sistemas ERP avanzado, WMS, dispositivos móviles, señalización digital o tecnologías emergentes como RFID y

Criterio	Descripción
	Pick-to-Light. El uso adecuado de tecnología permite mejorar la trazabilidad, definir rutas, reducir errores y aumentar la velocidad de ejecución, fortaleciendo la eficiencia global del proceso.
Adaptabilidad en su aplicación	Este criterio analiza la facilidad con la que la estrategia puede implementarse en el contexto operativo actual, considerando factores como infraestructura, recursos disponibles y nivel de capacitación del personal. Una estrategia adaptable minimiza la resistencia al cambio, reduce costos de implementación y asegura una transición más rápida hacia el nuevo modelo operativo.

Fuente: Elaboración propia (2025).

c. Evaluación de alternativas.

En el proyecto de investigación aplicado a la empresa objeto de estudio, las estrategias diseñadas fueron comparadas frente a cada criterio definido de forma clave a los objetivos del centro de distribución, aplicando la lógica jerárquica del método AHP. Esto permitió establecer relaciones de preferencia entre las alternativas y definir el coeficiente de correlación según la evaluación realizada por cada uno de los expertos. (Ver Anexo 1 - Tabla 29 a la Tabla 46).

d. Consolidación de resultados mediante tabla ponderada.

Las valoraciones individuales emitidas por cada uno de los expertos fueron integradas en una tabla de ponderación consolidada, que permitió sintetizar las opiniones y calcular los pesos globales de cada alternativa. Este paso es fundamental para obtener una visión agregada y consensuada, evitando sesgos individuales. (Ver Tabla 27).

Tabla 27. Evaluación de expertos - resultados consolidados mediante ponderación.

Estrategia Picking Diseñadas	Martha Aristizábal	Jazmín Camacho	Hernán Javier Castillo	Roy Fernán Uribe	Jhonathan Torres	Julían Alberto Sarria Julio César Martínez
Estrategia de Picking No. 1. “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.	37%	36%	37%	36%	37%	36%
Estrategia de Picking No. 2. “Metodología ABC – Batching – por pedido”.	37%	37%	34%	38%	37%	38%
Estrategia de Picking No. 3. "Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”.	11%	11%	12%	11%	11%	11%
Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”	9%	9%	10%	9%	9%	9%
Estrategia de Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”	6%	6%	7%	6%	6%	6%

Fuente: Elaboración propia (2025).

e. Selección de la mejor estrategia

La evaluación multicriterio mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) permitió comparar cinco estrategias diseñadas para mejorar el proceso de picking en el centro de distribución de la empresa objeto del estudio, considerando los cinco criterios definidos tales como, la organización del almacenamiento, flexibilidad operativa, desgaste físico del personal, uso de tecnologías y adaptabilidad en su aplicación. Los resultados consolidados en la Tabla 28, evidencian que las estrategias No. 1 “Agrupación – Batching – por pedido” y No. 2 “ABC – Batching – por pedido” alcanzaron la mayor ponderación (37% cada una), lo que confirma su superioridad frente a las demás alternativas.

Estas estrategias destacan por su capacidad para resolver las principales deficiencias identificadas en el diagnóstico, haciendo referencia a la dispersión aleatoria de ítems almacenados, a consecuencia de un slotting sin metodologías y técnicas, por ende, es muy difícil la implementación de rutas de recuperación de productos, lo que ocasiona la ausencia de rutas definidas y tiempos elevados de preparación identificada en promedio por 26,13 minutos por pedido.

La Estrategia No. 1, introduce la técnica de Batching, que agrupa pedidos en una sola ruta, reduciendo los recorridos en general, sobre todo eliminando recorridos repetitivos y mejorando la eficiencia operativa sin requerir inversiones tecnológicas significativas.

Por otra parte, la Estrategia No. 2 complementa los resultados obtenidos en la primera estrategia, potencia estas ventajas incorporando la clasificación ABC, priorizando ítems de alta demanda; señalados como un 79% del movimiento total de ítems almacenados, ubicándolos en zonas estratégicas, lo que agiliza la recolección brindando herramientas a los operarios picker para que realicen la preparación de los pedidos apoyados en un slotting lógico, que mejora las condiciones de ubicación y recuperación (Hombre – Producto), lo cual permite disminuir errores y ser más eficientes en el proceso de picking.

Finalmente, ambas propuestas ofrecen flexibilidad operativa, permitiendo aplicar el picking individual o batching (por lotes) según la demanda y las necesidades de CEDI, presentando alta adaptabilidad, ya que pueden implementarse con los recursos actuales (layout y sistema Excel en la nube), reduciendo costos y resistencia al cambio. Además, un aspecto importante es que contribuyen a reducir el desgaste físico del personal, mejorando la ergonomía mediante recorridos más cortos y lógicos.

En contraste, las estrategias No. 3, No. 4 y No. 5 obtuvieron ponderaciones inferiores (11%, 9% y 6%, respectivamente) debido a su mayor complejidad, requerimientos tecnológicos y costos de implementación, lo que limita su viabilidad en el corto plazo. Aunque técnicamente robustas, implican procesos adicionales como análisis de frecuencia, clasificación posterior y zonificación completa, que demandan inversiones y capacitación especializada.

Así mismo, se destaca que las estrategias No. 1 y No. 2 integran metodologías probadas (Batching y clasificación ABC) que generan mejoras significativas con referencia a los tiempos de preparación de pedidos, la lógica de la organización del almacenamiento, la reducción de recorridos y la eliminación sustancial de recorridos repetitivos, además de contribuir a la mejora activa de la ergonomía laboral. Su implementación representa una solución práctica, eficiente y alineada con los objetivos trazados en la presente investigación y los estratégicos del centro de distribución, justificando su selección como las alternativas más adecuadas para brindar alternativas de mejora en el proceso de picking. (Ver Tabla 28).

Tabla 28. Resultados de la evaluación de expertos - estrategia picking diseñadas.

Estrategia Picking Diseñadas	Resultado Final
Estrategia de Picking No. 1. “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.	37%
Estrategia de Picking No. 2. “Metodología ABC – Batching – por pedido”.	37%
Estrategia de Picking No. 3. "Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”.	11%
Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”	9%
Estrategia de Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”	6%

Fuente: Elaboración propia (2025).

9. Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo se derivan del análisis integral realizado sobre el proceso de preparación de pedidos en el centro de distribución de la empresa objeto de estudio. A partir del diagnóstico inicial, se identificaron deficiencias estructurales que afectan la eficiencia operativa, tales como recorridos extensos, tiempos elevados de alistamiento, dispersión de ítems en múltiples ubicaciones, ausencia de rutas definidas y falta de criterios técnicos en la organización del almacenamiento. Estas condiciones generan impactos negativos en la productividad, incrementan los costos logísticos y reducen la precisión en la recolección, lo que compromete la calidad del servicio. El diseño y evaluación de estrategias basadas en metodologías como la clasificación ABC, el análisis de demanda y frecuencia de uso, la técnica de Batching y la reorganización mediante Slotting, permitió establecer soluciones viables y adaptadas al contexto operativo, orientadas a mejorar la eficiencia, reducir el desgaste físico del personal y optimizar el uso del espacio. A continuación, se presentan las principales conclusiones que consolidan los hallazgos y aportes de esta investigación.

Identificación de la problemática: El análisis evidenció que la dispersión aleatoria de ítems, la ausencia de criterios técnicos en la ubicación de productos y la falta de rutas definidas son factores que incrementan los tiempos de preparación y los costos operativos, afectando la productividad y la calidad del servicio.

Relevancia del análisis de demanda: La aplicación de la clasificación ABC y el estudio de la frecuencia de uso demostraron que un reducido número de productos se concentra la mayor parte del movimiento, lo que valida la necesidad de reorganizar el almacenamiento bajo criterios técnicos para mejorar el flujo operativo.

Impacto de las estrategias diseñadas: Las cinco estrategias propuestas integran metodologías como Slotting, Batching y zonificación, ofreciendo soluciones que reducen recorridos, mejoran la precisión en la recolección y disminuyen el desgaste físico del personal. Estas estrategias representan un avance significativo frente al modelo actual de picking discreto.

Evaluación multicriterio: El uso del método AHP permitió seleccionar la estrategia óptima, caracterizada por la combinación de clasificación ABC, técnica de Batching y reorganización del almacenamiento, logrando un impacto positivo en indicadores clave como tiempo promedio de preparación, distancia recorrida y nivel de satisfacción del cliente.

Contribución al sector: Este proyecto demuestra que la aplicación de metodologías logísticas basadas en evidencia científica puede transformar procesos críticos como el picking, fortaleciendo la competitividad del sector agroindustrial y promoviendo prácticas sostenibles que mejoran la eficiencia y la calidad del servicio.

10. Recomendaciones

Las recomendaciones que se presentan a continuación surgen del análisis detallado del diagnóstico, la revisión de literatura y la evaluación de las estrategias diseñadas para mejorar el proceso de preparación de pedidos en el centro de distribución de la empresa objeto de estudio. Este trabajo evidenció problemáticas críticas como recorridos extensos, tiempos elevados de alistamiento, dispersión de ítems, ausencia de rutas definidas y falta de criterios técnicos en la organización del almacenamiento, factores que impactan la eficiencia operativa y la calidad del servicio. Las estrategias propuestas, fundamentadas en metodologías como la clasificación ABC, el análisis de demanda y frecuencia de uso, la técnica de Batching y la reorganización mediante Slotting, demostraron ser viables para transformar el proceso picking en una operación más ágil, precisa y sostenible. En este contexto, las recomendaciones buscan orientar la implementación gradual de estas soluciones, garantizar la adaptación del personal, fortalecer la gestión tecnológica y asegurar la mejora continua mediante indicadores de desempeño, contribuyendo a la competitividad y sostenibilidad del sistema logístico.

Implementación gradual: Se recomienda ejecutar la estrategia seleccionada en fases, iniciando con la reorganización del almacenamiento según la clasificación ABC y la señalización de zonas, para facilitar la adaptación del personal y minimizar riesgos operativos.

Capacitación integral: Es fundamental desarrollar programas de formación orientados a la técnica de Batching, rutas internas mejoradas y uso de herramientas tecnológicas, garantizando la apropiación del nuevo modelo y reduciendo la resistencia al cambio.

Monitoreo continuo: Actualizar periódicamente el análisis de demanda y frecuencia de uso para mantener la vigencia de la clasificación ABC, evitando desbalances en la operación y asegurando la eficiencia del sistema.

Gestión basada en indicadores: Incorporar KPIs como tiempo promedio de preparación, distancia recorrida, tasa de errores en la recolección y nivel de satisfacción del cliente, para evaluar el impacto de las estrategias y orientar la toma de decisiones.

Integración tecnológica: Considerar la implementación de un sistema WMS o ERP robusto que permita automatizar la trazabilidad, mejorar rutas y por ende fortalecer la toma de decisiones basada en datos, potenciando la capacidad de respuesta del centro logístico.

Proyección a futuro: Evaluar la viabilidad de incorporar tecnologías emergentes como RFID, Pick-to-Light y sistemas AS/RS, que permitan avanzar hacia la automatización parcial del proceso picking, incrementando la eficiencia y reduciendo la dependencia de la mano de obra.

11. Referencias

Agrícola Himalaya S.A. (2024). Indicadores de gestión, centro de distribución Agrícola Himalaya S.A, Cali, Valle del Cauca.

Arango, M. D., Zapata, J. A., & Pemberthy, J. I. (2010). Reestructuración del layout de la zona de picking en una bodega industrial. *Revista de Ingeniería, Universidad de los Andes*.

Bastos, F. Z. L., Scarpin, C. T., & Pécora Junior, J. E. (2019). Picking planning and quality control analysis using discrete simulation: Case in a food industry. *DYNA (Colombia)*, 86(208), 271–280.

Bartholdi, J., & Hackman, S. (2008). *Warehouse & distribution science*. Georgia Institute of Technology.

Bourlakis, M. A., & Weightman, P. W. H. (Eds.). (2003). *Food supply chain management*. Wiley-Blackwell.

B.S. Kim, & J.S. Smith. (2012). Slotting methodology using correlated improvement for a zone-based carton picking distribution system.

Chaparro Rivera, N., & San Juan Trespalacios, D. C. (2017). Propuesta de mejora para los tiempos de la operación de picking en el área de víveres de Olímpica S.A. de Barranquilla, Atlántico [Tesis de pregrado, Universidad Libre]. Repositorio Institucional Universidad Libre. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/23768/1101074478.pdf>

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson Education Limited.

Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES; República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación. (2008, 27 de octubre). CONPES 3547. Política Nacional Logística.

Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES; República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación; Ministerio de Transporte; entre otros. (2020, 13 de enero). CONPES 3982: Política Nacional Logística.

Correa Espinal, A., Rodriguez Velásquez, E., Gómez Montoya, R. A., & Hernandez Vahos, J. D. (2013). Efficient preparation of orders in a distributor coffee company using tabu search. *TECCIENCIA*, 8(15), 43–48.

De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024). Cuentas nacionales y cuenta satélite agroindustria. Recuperado de <https://www.dane.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación. (2023, 7 de noviembre). La logística es fundamental para el desarrollo del país y por eso está incluida de manera transversal en el Plan de Desarrollo.

Departamento Nacional de Planeación. (2024, 3 de diciembre). Llegó el momento de la Encuesta Nacional de Logística 2024: Una mirada al panorama logístico de Colombia.

Departamento Nacional de Planeación. (2025, 22 de abril). DNP y el Gobierno le apuestan al sector logístico del país con la Encuesta Nacional Logística.

Donoso Muñoz, T. A., & Pérez Morante, M. (2021). Modelo para la mejora del proceso de picking mediante Lean Warehousing y conteo cíclico en el sector farmacéutico. Trabajo de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Repositorio Académico UPC.

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*.

F. Yener, & H.R. Yazgan. (2019). Optimal warehouse design: Literature review and case study application.

Frazelle, E. H. (2007). *World-class warehousing and material handling*. McGraw-Hill.

González, J., & Pérez, M. (2023). *Optimización de procesos logísticos en almacenes modernos*. Editorial Logística Avanzada.

Gue, K. R., Meller, R. D., & Skufca, J. D. (2006). The effects of pick density on order picking areas with narrow aisles. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 42(2), 57–77.

López, R., Martín, F., & Díaz, S. (2022). *Estrategias para la eficiencia en la gestión de almacenes*. Ediciones Supply Chain.

Manzini, R., Accorsi, R., Gamberi, M., & Penazzi, S. (2015). Modeling class-based storage assignment over life cycle picking patterns.

Martínez, A., & Ramírez, B. (2021). *Tecnologías emergentes en la gestión de inventarios y picking*. Innovación Logística Press.

Matos, S., & López, H. (2022). Batch picking in warehouse logistics: Trading optimality for feasibility. Master's thesis, Chalmers University of Technology, University of Gothenburg.

Mauleón Torres, M. (2003). *Sistemas de almacenaje y picking*. Ediciones Díaz de Santos.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2025). Informe sector agropecuario. Recuperado de <https://www.minagricultura.gov.co>

Ministerio de Transporte. (2021, 27 de abril). Gobierno recibe luz verde para continuar impulsando la Política Nacional Logística.

Pareto, V. (1897). The new theories of economics. *Journal of Political Economy*, 5(4), 485–502.

Sánchez-Comas, A. (2019). Modelos de Picking, Routing, Layout y Slotting en la Gestión de Almacenes. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 1(1), 28–34. Universidad de la Costa.

Serrano Cobos, A. (2019). Diseño de un modelo de medición del tiempo de ciclo en la optimización de una cadena de suministro. *Pistas Educativas*, 40(132). Tecnológico Nacional de México en Celaya.

Shiau, J. Y., & Lee, M. C. (2010). A warehouse management system with sequential picking for multi-container deliveries. *Computers & Industrial Engineering*, 58(3), 382–392.

Vidal Holguín, C. J., Bravo Bastidas, J. J., Cajiao Gómez, E., Meza Herrera, P. P., Arango Sanclemente, S., Franco Leyton, D., & Calderón Sotero, J. H. (2012). *Guía metodológica para la priorización de proyectos: Un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad* (1a ed.). Santiago de Cali: Pontificia Universidad Javeriana, Sello Editorial Javeriano.

Anexo No.1. Evaluación de expertos.

Tabla 29. Priorización de criterios – evaluación de experto Ing. Jazmín Camacho.

Criterios	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación
Organización del almacenamiento.	1,0	7,0	6,0	8,0	7,0
Flexibilidad operativa.	0,14	1,0	3,0	3,0	8,0
Desgaste físico del personal.	0,17	0,33	1,0	4,0	3,0
Uso de Tecnologías	0,13	0,33	0,25	1,0	3,0
Adaptabilidad en su aplicación	0,14	0,13	0,33	0,33	1,0

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 30. Coeficiente de correlación – evaluación de experto Ing. Jazmín Camacho.

CC	0,23
N	5
N-1	4
IA	1,12
T max	6,011

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 31. Priorización de alternativas por criterio – evaluación de experto Ing. Jazmín Camacho.

Estrategia / Criterio	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación	Participación %
Estrategia de Picking No. 1. “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.	0,2800	0,5288	0,5057	0,2799	0,4004	36%

Estrategia / Criterio	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación	Participación %
Estrategia de Picking No. 2. “Metodología ABC – Batching – por pedido”	0,4371	0,2780	0,2456	0,3309	0,3205	37%
Estrategia de Picking No. 3. "Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”	0,1194	0,0803	0,0954	0,1970	0,1075	11%
Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”	0,0921	0,0757	0,1130	0,1270	0,1220	9%
Estrategia de Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”	0,0714	0,0372	0,0403	0,0653	0,0497	6%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 32. Priorización de criterios – evaluación de experto Ing. Jhonathan Torres.

Criterios	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación
Organización del almacenamiento.	1,0	6,0	5,0	7,0	8,0
Flexibilidad operativa.	0,17	1,0	3,0	3,0	6,0
Desgaste físico del personal.	0,20	0,33	1,0	4,0	3,0

Criterios	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación
Uso de Tecnologías	0,14	0,33	0,25	1,0	3,0
Adaptabilidad en su aplicación	0,13	0,17	0,33	0,33	1,0

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 33. Coeficiente de correlación – evaluación de experto Ing. Jhonathan Torres.

CC	0,17
N	5
N-1	4
IA	1,12
T max	5,754

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 34. Priorización de alternativas por criterio – evaluación de experto Ing. Jhonathan Torres.

Estrategia / Criterio	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación	Participación %
Estrategia de Picking No. 1. “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.	0,2757	0,5343	0,5086	0,2945	0,4408	37%
Estrategia de Picking No. 2. “Metodología ABC – Batching – por pedido”	0,4506	0,2707	0,2495	0,3121	0,3084	37%
Estrategia de Picking No. 3. "Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”	0,1142	0,0816	0,0962	0,2028	0,1042	11%
Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”	0,0895	0,0759	0,1044	0,1220	0,0953	9%

Estrategia / Criterio	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación	Participación %
Estrategia de Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”	0,0701	0,0375	0,0413	0,0685	0,0513	6%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 35. Priorización de criterios – evaluación de experto Ing. Hernán Javier Castillo Cerón.

Criterios	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación
Organización del almacenamiento.	1,0	6,0	6,0	8,0	7,0
Flexibilidad operativa.	0,17	1,0	3,0	3,0	6,0
Desgaste físico del personal.	0,17	0,33	1,0	4,0	3,0
Uso de Tecnologías	0,13	0,33	0,25	1,0	3,0
Adaptabilidad en su aplicación	0,14	0,17	0,33	0,33	1,0

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 36. Coeficiente de correlación – evaluación de experto Ing. Hernán Javier Castillo Cerón.

CC	0,17
N	5
N-1	4
IA	1,12
T max	5,780

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 37. Priorización de alternativas por criterio – evaluación de experto Ing. Hernán Javier Castillo Cerón.

Estrategia / Criterio	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación	Participación %
Estrategia de Picking No. 1. “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.	0,2798	0,5746	0,5358	0,2960	0,4882	37%
Estrategia de Picking No. 2. “Metodología ABC – Batching – por pedido”	0,4260	0,1980	0,1989	0,2886	0,2115	34%
Estrategia de Picking No. 3. "Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”	0,1207	0,0976	0,1084	0,2125	0,1151	12%
Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”	0,0960	0,0864	0,1115	0,1309	0,1237	10%
Estrategia de Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”	0,0776	0,0434	0,0454	0,0720	0,0615	7%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 38. Priorización de criterios – evaluación de experto Ing. Roy Fernán Uribe Valencia.

Criterios	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación
Organización del almacenamiento.	1,0	6,0	6,0	8,0	7,0
Flexibilidad operativa.	0,17	1,0	3,0	3,0	6,0
Desgaste físico del personal.	0,17	0,33	1,0	2,0	2,0
Uso de Tecnologías	0,13	0,33	0,50	1,0	5,0

Criterios	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación
Adaptabilidad en su aplicación	0,14	0,17	0,50	0,20	1,0

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 39. Coeficiente de correlación – evaluación de experto Ing. Roy Fernán Uribe Valencia.

CC	0,18
N	5
N-1	4
IA	1,12
T max	5,818

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 40. Priorización de alternativas por criterio – evaluación de experto Ing. Roy Fernán Uribe Valencia.

Estrategia / Criterio	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación	Participación %
Estrategia de Picking No. 1. “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.	0,2716	0,5447	0,5086	0,2839	0,4349	36%
Estrategia de Picking No. 2. “Metodología ABC – Batching – por pedido”	0,4626	0,2545	0,2495	0,3394	0,3214	38%
Estrategia de Picking No. 3. "Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”	0,1100	0,0864	0,0962	0,1889	0,1016	11%
Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”	0,0883	0,0770	0,1044	0,1207	0,0923	9%

Estrategia de Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”	0,0676	0,0374	0,0413	0,0671	0,0498	6%
---	--------	--------	--------	--------	--------	----

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 41. Priorización de criterios – evaluación de experto Ing. Julian Alberto Sarria Dorado _ Estudiante. Julio Cesar Martínez.

Criterios	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación
Organización del almacenamiento.	1,0	6,0	6,0	8,0	7,0
Flexibilidad operativa.	0,17	1,0	3,0	3,0	6,0
Desgaste físico del personal.	0,17	0,33	1,0	4,0	3,0
Uso de Tecnologías	0,13	0,33	0,25	1,0	3,0
Adaptabilidad en su aplicación	0,14	0,17	0,33	0,33	1,0

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 42. Coeficiente de correlación – evaluación de experto Ing. Julian Alberto Sarria Dorado _ Estudiante. Julio Cesar Martínez.

CC	0,18
N	5
N-1	4
IA	1,12
T max	5,818

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 43. Priorización de alternativas por criterio – evaluación de experto Ing. Julian Alberto Sarria Dorado _
Estudiante. Julio Cesar Martínez.

Estrategia / Criterio	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación	Participación %
Estrategia de Picking No. 1. “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.	0,2712	0,5343	0,5086	0,2839	0,4300	36%
Estrategia de Picking No. 2. “Metodología ABC – Batching – por pedido”	0,4624	0,2707	0,2495	0,3394	0,3338	38%
Estrategia de Picking No. 3. "Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”	0,1096	0,0816	0,0962	0,1889	0,0985	11%
Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”	0,0881	0,0759	0,1044	0,1207	0,0888	9%
Estrategia de Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”	0,0687	0,0375	0,0413	0,0671	0,0489	6%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 44. Priorización de alternativas por criterio – evaluación de experto Ing. Martha Aristizábal.

Criterios	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación
Organización del almacenamiento.	1,0	6,0	6,0	8,0	7,0
Flexibilidad operativa.	0,17	1,0	3,0	3,0	6,0

Criterios	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación
Desgaste físico del personal.	0,17	0,33	1,0	4,0	3,0
Uso de Tecnologías	0,13	0,33	0,25	1,0	3,0
Adaptabilidad en su aplicación	0,14	0,17	0,33	0,33	1,0

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 45. Coeficiente de correlación – evaluación de experto Ing. Martha Aristizábal.

CC	0,18
N	5
N-1	4
IA	1,12
T max	5,818

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 46. Priorización de alternativas por criterio – evaluación de experto Ing. Martha Aristizábal.

Estrategia / Criterio	Organización del almacenamiento.	Flexibilidad operativa.	Desgaste físico del personal.	Uso de Tecnologías	Adaptabilidad en su aplicación	Participación %
Estrategia de Picking No. 1. “Metodología de Agrupación – Batching – por pedido”.	0,2790	0,5245	0,4908	0,3168	0,5213	37%
Estrategia de Picking No. 2. “Metodología ABC – Batching – por pedido”	0,4379	0,2840	0,2718	0,2556	0,2685	37%
Estrategia de Picking No. 3. “Metodología ABC – Frecuencia – Batching – por Pedido”	0,1186	0,0803	0,0910	0,2466	0,0817	11%

Estrategia de Picking No. 4. “Metodología ABC – Batching con Clasificación Posterior”	0,0935	0,0750	0,1029	0,1036	0,0942	9%
Estrategia de Picking No. 5. “Metodología ABC – Batching – por Pedido – Zonas”	0,0711	0,0362	0,0434	0,0774	0,0343	6%

Fuente: Elaboración propia (2025).