



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



“Propuesta de mejora en el diseño de un centro de distribución en el rubro de artículos para mascotas”

Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Industrial

Autor: Mujica, Manuel. **Matrícula:** 13102.

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Lugar: Mar del Plata

Fecha: 15 de julio de 2022



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



“Propuesta de mejora en el diseño de un centro de distribución en el rubro de artículos para mascotas”

Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Industrial

Autor: Mujica, Manuel. **Matrícula:** 13102.

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Lugar: Mar del Plata

Fecha: 15 de julio de 2022

“Propuesta de mejora en el diseño de un centro de distribución en el rubro de artículos para mascotas”

Autor:

Mujica, Manuel

Directores:

Zárate, Claudia Noemí (Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería)

Codirectores:

Ledesma Frank, Keila (Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería)

Evaluadores:

Bounoure, Jacqueline (Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería)

Esteban, Alejandra María (Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería)



ÍNDICE

ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	x
TABLA DE SIGLAS	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 La empresa	1
1.1.1 Características del entorno.....	1
1.1.2. Contexto tecnológico, demográfico y económico.....	2
1.2. Análisis cinco fuerzas de Porter	3
1.3. Análisis FODA	4
1.4. Análisis de la situación actual	6
2. OBJETIVOS	7
3. MARCO TEÓRICO	8
3.1. El diseño de los almacenes	8
3.2. Tipos de picking.....	10
3.3. Localización de productos.....	11
3.4. Sistemas de almacenaje	13
3.5. Equipos de movimiento de materiales (EMM)	18
3.6. Indicadores de desempeño de un almacén.....	20
3.7. Zonificación del almacén y diseño de instalaciones	22
3.8. Simulación	24
3.9. Estudio del trabajo	27
3.9.1. Estudio de métodos.....	27
3.9.2 Estudio de tiempos.....	28
4. METODOLOGÍA Y LÍMITES DE ANÁLISIS	34
4.1 Metodología	34
4.2 Límites del universo de estudio.....	35
5. RESULTADOS	36
5.1. Relevamiento de la estructura organizacional.....	36
5.1.1. Partes interesadas.....	38
5.2. Almacén.....	40
5.2.1. Descripción del almacén.....	40

5.2.1.1 Equipos de almacenamiento y manipulación	40
5.2.1.2. Dimensiones y plano del almacén.....	41
5.2.1.3. Registro de inventario	42
5.2.1.4 Localización de ítems.....	45
5.2.2 Los procesos en el almacén	47
5.2.2.1 Mapeo de procesos	47
5.2.2.2 Gráfica de función tiempo – plano de servicio	48
5.2.2.3. Cursograma analítico y diagrama de flujo del material	50
5.2.2.4. Análisis de los procesos principales.....	52
5.2.2.4. i) Recepción	52
5.2.2.4. ii) Almacenamiento	53
5.2.2.4. iii) Preparación de pedidos	53
5.2.2.4. iv) Transporte	56
5.2.2.5 Proceso de bolsas con roturas.....	56
5.2.2.5. i) Análisis de pérdida de mercadería	57
5.2.2.5. ii) Causas principales de bolsas con roturas.....	58
5.3. Propuestas de mejora.....	60
5.3.1. Distribución en planta con estanterías selectivas.....	60
5.3.2. Distribución en planta con estanterías penetrables.....	67
5.3.3. Comparación de indicadores	75
5.3.4 Localización de los Productos	76
5.4 Simulación de las mejoras propuestas.....	78
5.4.1 Pedido Tipo	78
5.4.2 Tiempo de las operaciones.....	79
5.4.3 Simulación de proceso de preparación de pedidos en almacén actual (D0)	80
5.4.3.1 Referencias.....	80
5.4.3.2 Resultados para D0	80
5.4.4 Simulación de proceso de preparación de pedidos en almacén con estanterías selectivas (D1)	82
5.4.4.1. Proceso de picking con estanterías selectivas	82
5.4.4.2 Resultados simulación para D1.....	83
5.4.5 Simulación de proceso de preparación de pedidos en almacén con estanterías penetrables (D2)	84
5.4.5.1. Proceso de picking con estanterías selectivas	84
5.4.5.2 Resultados simulación para D2.....	85
5.4.6 Comparación de resultados.....	86

5.5. Análisis de resultados y conclusiones	87
6. BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXO I: Análisis y estimación de la demanda	92
ANEXO II: Codificación de los artículos.....	94
ANEXO III: Agrupamiento de las referencias por familias.....	97
ANEXO IV: Confección de un pedido tipo.....	101
ANEXO V: Estudio de tiempos del proceso de preparación de pedidos	104
V.1. Alcance del estudio de tiempos	104
V.2. Técnica de medición.....	105
V.3. Número de ciclos por cronometrar.....	105
V.4. Medición de tiempos.....	107
V.5. Cálculo de tiempos básicos	108
V.6. Cálculo de suplementos	109
V.7. Cálculo del tiempo tipo	111
V.8. Promedio de bolsas transportadas	112



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Elementos y estructura de una estantería.	14
Figura 2: Estanterías selectivas.....	15
Figura 3: Estanterías penetrables.....	16
Figura 4: Estanterías dinámicas	17
Figura 5: Estanterías móviles.	18
Figura 6: Equipos de movimiento de materiales.	19
Figura 7: Elementos y estructura de una estantería.	31
Figura 8: Organigrama de la empresa.	36
Figura 9: Proceso de entrega de pedidos.....	37
Figura 10: Partes interesadas.....	39
Figura 11: Imagen del almacén de la empresa.....	41
Figura 12: Plano del almacén.....	42
Figura 13: Referencias de localización de ítems.....	45
Figura 14: Plano con localización de ítems.....	46
Figura 15: Mapeo de procesos.....	47
Figura 16: Procesos principales del almacén	48
Figura 17: Gráfica de función tiempo-plano de servicio para el proceso de recepción, armado y entrega de pedidos.....	49
Figura 18: Cursograma analítico	51
Figura 19: Diagrama de recorrido.....	51
Figura 20: Diagrama de flujo proceso de recepción.....	52
Figura 21: Diagrama de flujo proceso de almacenamiento	53
Figura 22: Diagrama de flujo proceso de preparación de pedidos.	54
Figura 23: Diagrama de flujo proceso de transporte	56
Figura 24: Hoja de control para el registro de pérdida de mercadería.	57
Figura 25: Gráfico de Pareto con frecuencia de eventos	58
Figura 26: Espina de pescado para el evento “rotura de bolsas”	59
Figura 27: Manipulación de pallet estantería selectiva.....	61
Figura 28: Módulos de almacenamiento estantería selectiva.....	61
Figura 29: Dimensiones de los largueros y ancho de puntal.....	61
Figura 30: Profundidad de bastidor.....	62
Figura 31: Dimensiones para altura de estantería selectiva	63
Figura 32: Altura del larguero.	63

Figura 33: Distribución del almacén propuesta con estanterías selectivas	66
Figura 34: Manipulación de pallet estantería penetrable.....	68
Figura 35: Dimensión de ancho de módulo estantería penetrable.	69
Figura 36: Profundidad de estantería penetrable.....	70
Figura 37: Dimensiones para altura de estantería penetrable	71
Figura 38: Distribución de niveles en propuesta con estanterías penetrables.....	74
Figura 39: Distribución del almacén propuesta con estanterías penetrables.	74
Figura 40: Gráfico de Pareto para el análisis ABC de productos.	77
Figura 41: Distribución de estanterías selectivas en base al análisis ABC de productos.	77
Figura 42: Distribución de estanterías penetrables en base al análisis ABC de productos ...	78
Figura 43: Referencia de colores según tipo de productos	80
Figura 44: Simulación distribución en planta actual.	81
Figura 45: Simulación distribución en planta actual.	81
Figura 46: Salida simulación distribución en planta actual (D0).	82
Figura 47: Simulación distribución en planta con estanterías selectivas.....	83
Figura 48: Simulación distribución en planta con estanterías selectivas.	83
Figura 49: Salida simulación distribución con estanterías selectivas.	84
Figura 50: Simulación distribución en planta con estanterías penetrables	85
Figura 51: Simulación distribución en planta con estanterías penetrables	85
Figura 52: Salida simulación distribución con estanterías penetrables.	86
Figura I.1: Salida de CRYSTAL BALL®.....	93
Figura I.2: Gráfico de salida de CRYSTAL BALL®.	93
Figura II.1: Siglas codificación	94
Figura III.1: Distribución en planta actual con nuevos conceptos.....	100
Figura V.1: Proceso de picking.....	104
Figura V.2: Hoja de registro de estudio de tiempos	105



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis FODA	5
Tabla 2: Clasificación del picking según diversos criterios.....	11
Tabla 3: Tipos de estanterías	14
Tabla 4: Características de los EMM.....	20
Tabla 5: Indicadores de desempeño logístico.....	21
Tabla 6: Zonas del almacén	23
Tabla 7: Necesidades y expectativas de las partes interesadas	40
Tabla 8: Cantidad de pallets por tipo de artículo.....	44
Tabla 9: Detalle de bolsas por familia de productos.	55
Tabla 10: Resumen de eventos ocurridos	57
Tabla 11: Matriz de ponderación de causas.....	60
Tabla 12: Dimensiones módulo de 2 pallets.....	64
Tabla 13: Características técnicas carretillas retráctiles	65
Tabla 14: Capacidad del almacén con estanterías selectivas.....	67
Tabla 15: Dimensiones módulo de pallets de estantería penetrable.....	71
Tabla 16: Características técnicas de autoelevadores reach.....	73
Tabla 17: Capacidad del almacén con estanterías penetrables.....	75
Tabla 18: Resumen indicadores y pallets almacenados según distribución.....	75
Tabla 19: Clasificación ABC de productos.....	76
Tabla 20: Pedido tipo por unidad de familia.....	79
Tabla 21: Tiempo tipo por elemento de trabajo.....	79
Tabla 22: Comparativa datos de salida simulación.....	87
Tabla 23: Resumen indicadores de desempeño.....	88
Tabla I.1.: Ventas trimestrales.....	92
Tabla II.1: Codificación de artículos.....	96
Tabla III.1: Ventas mensuales por producto.....	98
Tabla III.2: Nuevo concepto de referencias por unidad de familias.....	100
Tabla IV.1: Pedido tipo	103
Tabla V.1: Cálculo de N° de observaciones requeridas.....	106
Tabla V.2: Medición de tiempos	107
Tabla V.3: Cálculo de tiempos restados.....	108
Tabla V.4: Cálculo de tiempos básicos.....	108
Tabla V.5: Puntaje asociada a la fuerza ejercida en promedio.....	110

Tabla V.6: Determinación de puntajes según tensión y elemento de trabajo.....	110
Tabla V.7: Conversión de puntajes en suplementos por descanso.....	111
Tabla V.8: Cálculo de tiempo tipo.....	112
Tabla V.9: Cantidad de bolsas transportadas por ciclo de trabajo.	112



RESUMEN

Los centros de distribución son un componente esencial de cualquier cadena de suministro. Su principal función es la de regular el flujo de los materiales entre la oferta (fabricación o compra a proveedores) y la demanda (clientes). Asimismo, un entorno cada vez más dinámico indica que para que un centro de distribución sea competitivo debe disminuir sus tiempos de entrega, eliminar las rupturas de stock y conservar el mínimo inventario al menor costo posible. Se planteó como objetivo de este trabajo mejorar el diseño de un centro de distribución ubicado en la ciudad de Mar del Plata, que se dedica a la comercialización de alimento para mascotas. Para ello se relevaron los procesos y principales características del centro y se realizó un estudio de tiempos al proceso de preparación de pedidos. En función de los resultados se plantearon alternativas para aumentar la capacidad de almacenamiento. Estas alternativas consistieron en utilizar estanterías selectivas y estanterías penetrables en el sector de almacenamiento propiamente dicho. Considerando los nuevos escenarios propuestos se simuló el proceso de preparación de pedidos a efectos de verificar la mejora utilizando la versión free de FlexSim®. Los resultados indicaron que con estanterías selectivas la capacidad aumentó en 214,33% y el tiempo de preparación de pedidos disminuyó en 9,61% respecto de la situación inicial. Para el diseño con estanterías penetrables, el aumento de capacidad fue de 447,37% y el TPP disminuyó en 14,4%. Ambos resultados – aumento de capacidad y disminución de tiempo de preparación de pedidos- indican que las propuestas son conducentes a una mejora de la situación inicial.

Palabras claves: almacenes; estanterías selectivas; estanterías penetrables; FlexSim®

SUMMARY

Distribution centres are an essential component of any supply chain. Their main function is to regulate the flow of materials between supply (manufacturing or purchasing from suppliers) and demand (customers). Moreover, an increasingly dynamic environment indicates that for a distribution centre to be competitive, it must reduce lead times, eliminate stock-outs and keep inventory to a minimum at the lowest possible cost. The objective of this work was to improve the design of a distribution centre located in the city of Mar del Plata, which sells pet food. To this end, the processes and main characteristics of the centre were surveyed and a time study of the order preparation process was carried out. Based on the results, alternatives were proposed to increase storage capacity. These alternatives consisted of using selective racking and penetrable racking in the storage sector itself. Considering the new scenarios proposed, the picking process was simulated in order to verify the improvement using the free version of Flexim®. The results indicate that with selective racking, the capacity increases by 214.33% and the picking time decreases by 9.61% compared to the initial situation. For the design with penetrable racking, the capacity increase is 447.37% and the TPP decreases by 14.4%. Both results - increase in capacity and decrease in picking time - indicate that the proposals are conducive to an improvement on the initial situation.

Keywords: warehouses; selective racking; penetrable racking; Flexim®.

TABLA DE SIGLAS

- UNMDP: Universidad Nacional de Mar del Plata
- OIT: Organización Internacional del Trabajo
- EMM: Equipos de movimiento de materiales
- TPP: Tiempo de preparación de pedidos
- TT: Tiempo tipo o estándar
- TN: Tiempo normal
- DA: Densidad de almacenamiento
- ASP: Porcentaje de espacio de pasillos
- SSU: Utilización del espacio de almacenamiento

1. INTRODUCCIÓN

Los centros de distribución son un componente esencial de cualquier cadena de suministro. Su principal función es la de regular el flujo de los materiales entre la oferta (fabricación o compra a proveedores) y la demanda (clientes).

Asimismo, un entorno cada vez más dinámico indica que para que un centro de distribución sea competitivo debe disminuir sus tiempos de entrega, eliminar las rupturas de stock y conservar el mínimo inventario al menor costo posible. De esta manera, bajar los costos implica una solución de compromiso entre el aumento de su porcentaje de ocupación y la disminución de los tiempos de manipulación. La eficaz gestión de almacenes se convierte en un punto crucial para reducir los costos logísticos (Guerriero et al, 2013).

El presente trabajo propone el análisis de una organización, en adelante denominada "Defipet", que realiza sus operaciones en el mercado de alimentos para mascotas. Su actividad principal es la distribución y comercialización de bolsones de alimento para perros y gatos. Considerando la importancia que posee un centro de distribución en la cadena de suministros es que se presenta este estudio, a efectos de evaluar su eficiencia y potencial mejora.

1.1 La empresa

Defipet es una empresa radicada en la ciudad de Mar del Plata que como se mencionó anteriormente, está en el mercado de alimentos para mascotas. Posee un centro de distribución de 500 metros cuadrados en la intersección de la calle Malvinas y Av. Pedro Luro de dicha ciudad. Esta ubicación es estratégica dado que lo conecta con otros puntos del país por las rutas 226, 88 y 2, y le da acceso inmediato a las vías rápidas de ingreso a la ciudad.

1.1.1 Características del entorno

Los principales clientes se ubican en la ciudad de Mar del Plata y sus alrededores. Ellos se componen de pet shops, seguidos de grandes cadenas de supermercados y veterinarias.

Respecto de los proveedores, la organización comercializa productos de siete empresas líderes del mercado: Pet Foods Saladillo S.A.; Vitalpet S.A.; Vitalcan S.A.; Masterfoods Argentina LTDA; Metrive S.A, Eukanuba S.A. y Royal Canin Argentina S.A. Se destaca que la empresa es representante exclusivo en la zona de Metrive S.A. Esto permite que DefiPet se identifique con una marca de renombre y se potencien mutuamente.

Los demás insumos y servicios que puedan precisarse son abastecidos por proveedores locales.

A pesar de la existencia de pequeños competidores, en la comercialización y distribución de artículos para mascotas a nivel local, el 80% del mercado se encuentra en manos de dos grandes empresas donde una de ellas es DefiPet (con un 55% del mismo).

Actualmente, estas dos empresas presentan una mayor penetración de mercado: más participación y presencia en los principales puntos de venta, así como mejor concientización de marca gracias a su trayectoria, amplia gama de productos, promoción y fuerza de ventas. También cuentan el agregado de poseer exclusividad en la comercialización y distribución de ciertas marcas, lo que actúa como un ganador de pedidos al ofrecer productos que las diferencian de la competencia.

Los productos se ofrecen en bolsones de 10, 15 o 20 kilogramos. Según las características del animal al que están dirigidos, se clasifican en: raza pequeña/mediana/grande, adulto/cachorro y mordida pequeña/grande. Además de los múltiples sabores y composiciones que se ofrecen para cumplir con los requerimientos puntuales de cada cliente.

Respecto de las proyecciones de crecimiento de la organización en el mercado local, estas indican una clara tendencia al alza en la demanda de sus productos (ver anexo I).

1.1.2. Contexto tecnológico, demográfico y económico

Los sectores empresariales relacionados con la logística y distribución están utilizando cada vez más tecnologías que permitan aumentar los rendimientos operacionales, coordinar las actividades y tener un mejor control sobre las operaciones del centro de distribución (Mauleón Torres, 2003).

En el caso de DefiPet, la organización cuenta con el software SBI®. El mismo es una interfaz que se encarga de comunicar a las distintas áreas empresariales y sirve para planificar, gestionar y controlar en tiempo real el desarrollo y evolución de la organización. Entre otras funciones colabora con la gestión del almacén mediante el acceso a las órdenes de pedido del día y el seguimiento de productos.

Respecto de la población de mascotas, en 2016 la consultora Growth from Knowledge (2019) presentó una encuesta mundial. Entre sus conclusiones más relevantes, el análisis afirmó que:

- Más de la mitad de la población mundial tiene al menos una mascota.

- Argentina, México y Brasil tienen los mayores porcentajes de dueños de mascotas, seguidos por Rusia y los EE.UU.

La encuesta analizó respuestas de 27.000 personas en 22 países. La región que mostró mayor cantidad de dueños de mascotas fue América Latina y Argentina es el país con más penetración de mascotas por hogares de la región: el 78% tiene al menos una. En cuanto a Buenos Aires, el 58% de los hogares tiene alguna mascota, y la proporción es de 71% perros y 29% gatos.

En 2016, la Dirección General de Estadística y Censos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires elaboró un informe sobre la tenencia de mascotas en el ámbito provincial, en base a los datos de la Encuesta Anual de Hogares. Comparando con los datos de 2003 y 2007, la cantidad de perros y gatos en la provincia de Buenos Aires fue en aumento exponencial.

Respecto del contexto económico, según datos recolectados a través de la consulta a empresas y profesionales dedicados a la comercialización de artículos y servicios para mascotas, en el año 2018 el mercado argentino ya movía más de \$26.000 millones anuales e incorporaba cada vez más productos y servicios en el sector.

La fabricación y comercialización de estos productos crece sostenidamente desde 2007 (Rumi y Krom, 2018). Por lo tanto y en concordancia con lo expuesto en el contexto demográfico, el mercado de artículos y servicios para mascotas se encuentra en crecimiento sostenido desde 2007 y se prevén grandes proyecciones de crecimiento a futuro.

1.2. Análisis cinco fuerzas de Porter

En base a la información recabada, parte presentada en las secciones anteriores, se elabora el análisis de las cinco fuerzas de Porter para la organización (Lambin, 2008):

- Rivalidad de competidores:

El mercado de distribución y comercialización de artículos para mascotas se encuentra altamente fragmentado, con una considerable cantidad de pequeños, medianos y grandes competidores locales.

A pesar de ello y como se mencionó en el punto 1.1.1, DefiPet junto a otra empresa absorben la mayor parte del mercado y abastecen a un 80% de la proporción del mismo. Este factor constituye una ventaja competitiva, ya que ambas empresas lideran y determinan el rumbo del mercado local.

- Amenazas a nuevos ingresantes:

La posibilidad de que ingresen nuevos competidores es relativamente baja. Esto se debe a que es necesaria una alta inversión de capital en infraestructura y equipos de movimientos de materiales.

Asimismo, la experiencia dentro del rubro es un agregado de valor para los clientes, por lo que lleva a que muchas empresas queden fuera del mercado a pesar de contar con el capital necesario.

- Amenazas de sustitutos:

Actualmente, no hay sustitutos directos.

- Poder de negociación de los compradores (clientes):

Como se mencionó, el segmento de clientes comprende desde pet shops hasta grandes cadenas de supermercados y veterinarias ubicados en la ciudad de Mar del Plata.

En este aspecto, los pet shops y las cadenas de supermercados más grandes son las que mayor poder de negociación tienen frente a la empresa por sus altos volúmenes de compra. De esta forma la empresa no puede permitirse perder clientes de este calibre y muchas veces debe ceder ante sus requerimientos.

- Poder de negociación de los proveedores:

Los proveedores son los que generalmente tienen el poder en las negociaciones y establecen las condiciones de venta. No obstante, en el caso de Metrive S.A, DefiPet. accede a precios exclusivos y posee un gran poder de negociación con la empresa para establecer sus propios requerimientos.

1.3. Análisis FODA

A continuación, se proceden a analizar y definir las cuestiones externas e internas pertinentes para la organización y su dirección estratégica. En este aspecto, mediante entrevistas desarrolladas con integrantes de la empresa y un análisis del ambiente, se han podido establecer las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la organización.

El análisis FODA crea un diagnóstico certero y útil para determinar el curso que deberá seguir la compañía y brindar mayor conocimiento acerca de las características de valor del negocio, tanto a los miembros del equipo como a los nuevos talentos (Porter, 2009). En la tabla 1 se presentan los resultados:

ASPECTOS INTERNOS	ASPECTOS EXTERNOS
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> -Vasta experiencia en la venta de artículos para mascotas. -Exclusividad en la comercialización y distribución de productos de la empresa Metrive S.A. -Óptima relación comercial con clientes y proveedores. -Predisposición gerencial a la búsqueda de optimización de procesos. -Estructura e instalaciones en óptimas condiciones estructurales (500 m² de depósitos) -Equipos de trabajo dinámicos y proactivos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Proyecciones de crecimiento en el mercado local. -Posibilidad de ampliar el mercado fuera de la ciudad de Mar del Plata: Potenciales clientes. -Construcción de relaciones empresariales en espacios colaborativos con proveedores. -Competencia que descuida ciertos segmentos del mercado ligados a los pequeños comercios. -Posibilidad de conseguir nuevos tratados de exclusividad con proveedores.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> -Falta de estudio y optimización de procesos; altos tiempos de preparación. -Baja capacidad de almacenamiento de productos; almacenamiento en bloque. -No se realiza una medición sistemática de la satisfacción del cliente, que impide lograr una retroalimentación deseada. -Resistencia al cambio por parte de los empleados con mayor antigüedad. 	<ul style="list-style-type: none"> -Contexto económico y político adverso que atraviesa el país. -Posible pérdida de la exclusividad comercial con la empresa Metrive S.A.

Tabla 1: Análisis FODA. Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas con el personal de la empresa

En la tabla anterior se han identificado las principales cuestiones internas y externas que repercuten sobre el funcionamiento de la organización. Centrarse tanto en las fortalezas como en las debilidades de una empresa logra que los equipos de trabajo encuentren soluciones y estrategias para superarse.

1.4. Análisis de la situación actual

El análisis del entorno permite revelar un posicionamiento importante de la empresa en el mercado, una posición de liderazgo respecto de la competencia y una tendencia creciente de la demanda. Además, como se observó en el contexto demográfico y económico, el rubro de productos y servicios para mascotas se encuentra en crecimiento desde el año 2007. Esta situación brinda posibilidades reales de expansión para la empresa DefiPet.

Por otra parte, en el análisis de cinco fuerzas de Porter, se identifica que las amenazas de nuevos ingresantes o productos sustitutos es baja, y que la empresa posee un buen posicionamiento de mercado, mediante exclusividades de productos. Por lo que se plantea un panorama favorable para el desarrollo empresarial.

Asimismo, la detección oportunidades en el análisis FODA permite identificar claramente la posibilidad de un aumento del mercado. No obstante, las debilidades detectadas, fundamentalmente respecto de los procesos y de las instalaciones, se presentan como un obstáculo para aprovechar dichas oportunidades.

2. OBJETIVOS

En virtud de lo expuesto, se plantea el siguiente objetivo general para este trabajo: “Mejorar el diseño de un centro de distribución ubicado en la ciudad de Mar del Plata, que se dedica a la comercialización de alimento para mascotas”

Para cumplir con este objetivo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un relevamiento del centro de distribución consignando los espacios, tipos de estructuras y equipos de movimiento de materiales, cantidad y localización de ítems, entre otros;
- Relevar los procesos que se desarrollan;
- Proponer una nueva distribución;
- Evaluar su eficiencia.

La estructura del informe sigue con el Marco Teórico (capítulo 3) en donde se describen los principales conceptos que serán utilizados para el desarrollo del trabajo.

En el capítulo 4, correspondiente a Metodología, se detallan las herramientas que serán aplicadas.

En el Desarrollo del trabajo (capítulo 5) se presentan los principales resultados del relevamiento de la organización, y en particular del almacén. Se presentan las propuestas de mejora y se evalúan utilizando simulación. Finalmente, en este capítulo se exponen las conclusiones.

En el capítulo 6 se presenta la bibliografía consultada y la última sección corresponde a los anexos.

3. MARCO TEÓRICO

Dentro de este apartado se desarrollan los fundamentos teóricos o revisiones bibliográficas, en las que se apoya el trabajo profesional y que fundamentan el análisis de resultados y la elaboración de las conclusiones.

Las referencias bibliográficas dan una visión del estado actual del conocimiento sobre el tema planteado. Las mismas se limitan a las que tengan relación directa y relevante con el estudio en cuestión.

3.1. El diseño de los almacenes

Las empresas usan los inventarios para mejorar la coordinación entre la oferta y la demanda y de esta forma bajar los costos generales. Esto produce la necesidad de almacenamiento y también la necesidad de manejar materiales. Los costos de almacenamiento y de manejo de materiales se justifican ya que pueden ser compensados con los costos de transporte y de producción/compras, así como ofrecer un nivel de servicio adecuado a sus clientes. La empresa evita de esta forma, las amplias fluctuaciones de salida, generadas por las variaciones e incertidumbre en los patrones de la demanda (Anaya Tejero y Julio, 2011).

Es posible dividir los procesos operativos de un almacén en dos grandes grupos:

- Procesos relacionados con los flujos de entradas: Están vinculados a todas las actividades de recepción de mercaderías. Asimismo, se incluyen las devoluciones de ventas o procesos de retorno de materiales en general.
- Procesos relacionados con los flujos de salida: Corresponden básicamente a operaciones de ventas de productos, que incluyen el ingreso del pedido, su preparación y expedición al cliente. También se incluyen las devoluciones y entregas a fábrica para producción. Así como el tratamiento de productos obsoletos o que ya no están en condiciones para la venta.

Dentro de los procesos relacionados con los flujos de salida se distinguen 3 fases principales:

- Picking del producto: Representa todo el proceso inherente a la localización física del artículo, selección de la cantidad requerida, y su traslado al área de preparación de pedidos.

- Armado del pedido: Consiste en el agrupamiento de los artículos, empaquetado, etiquetado, paletizado si corresponde y el control antes de su expedición y transporte hacia el cliente.
- Expedición: Supone la asignación del vehículo o contratación según el caso, preparación de la hoja de ruta, carga de vehículos, emisión de documento de salida para el control de la distribución.

El propósito de una correcta localización es colocar los productos en lugares convenientes donde se puedan recoger fácilmente. Debido a la intensidad de la mano de obra, el proceso de picking representa el mayor de los costos operativos para un almacén típico (Frazelle, 2016). En consecuencia, optimizar el proceso de picking es considerado prioritario para incrementar la efectividad de los sistemas logísticos.

A la hora de hablar del diseño, los recursos, como el espacio, la mano de obra y el equipo, deben asignarse entre los diferentes procesos del almacén, y cada proceso debe ser cuidadosamente implementado y coordinado para cumplir los requisitos del sistema en términos de capacidad, rendimiento y servicio con el mínimo coste de recursos (Gu et al, 2007).

Los principios para la organización eficiente de un almacén, consideran en forma conjunta dos criterios (Mauleón Torres, 2003):

- Maximizar el volumen disponible en términos de metros cúbicos.
- Minimizar las operaciones de manipulación y transporte interno.

Esto significa que el almacenamiento y el manejo de materiales tienen que considerarse en concordancia.

La capacidad de almacenamiento no sólo está condicionada por las dimensiones del almacén. También está afectada por los elementos que se utilizan para la ubicación de las mercancías y por el equipo que se emplea para moverlos. Tal vez, el elemento de almacenamiento más universalmente utilizado sea la estantería (Ballou, 2004).

Respecto de los equipos de movimiento de materiales, los adelantos tecnológicos que se han implementado en los últimos años hacen que su versatilidad sea cada vez más importante y que cuenten con una mayor incidencia en el desempeño del almacén. Incluso, el equipo de manejo de materiales está tan involucrado en la disposición física que es habitual tratar ambos temas como uno solo (Meyers & Stephen, 2006).

3.2. Tipos de picking

El picking se refiere a las actividades realizadas para recuperar productos de sus ubicaciones de almacenamiento con el fin de satisfacer demandas especificadas por los pedidos de los clientes (Silva et al, 2020). De acuerdo a Cergibozan y Tasan (2016) el costo del proceso de picking se estima en alrededor del 55% del total de los costos de un almacén, lo que justifica los grandes esfuerzos que se han realizado desde la investigación para contribuir en la minimización de los mismos.

Existen varias clasificaciones según las características del proceso. En la tabla 2 se presentan:

Criterio	Tipos de picking
Método operativo de picking	<p>Sistemas de “operario a producto”: El operario se desplaza por todo el almacén para recolectar los productos necesarios para el armado del pedido.</p> <p>Sistema “producto a operario”: El producto se transporta de forma automatizada hacia la zona en la que se encuentra el operario.</p>
Instalaciones de picking	<p>La tienda: Se destina un sector reducido del almacén a tener todas las referencias posibles. Alrededor de la mesa de picking se disponen una o varias cajas de todos los productos disponibles. Los mismos se reponen diariamente desde las estanterías de pallets según pronósticos de ventas.</p> <p>Almacén de día: Es cuando se destina una zona del almacén a ubicar todos los productos solicitados en un día. Básicamente, el operario realiza una extracción masiva de todo el volumen de pedidos a preparar y los deposita en la zona del almacén de día. Luego, se encarga de agrupar los productos y preparar los pedidos para su expedición hacia el cliente. Al final del día, no sobra ni falta ninguna referencia.</p>

<p>Proceso de picking</p>	<p>Picking simple: En cada viaje el operario recoge un pedido y vuelve al punto de partida.</p> <p>Picking agrupado o por lote: La ruta de recogida se forma con varios pedidos y permite disminuir el recorrido total.</p> <p>Picking por zonas: Se van recogiendo los productos según la ubicación en la que están almacenados.</p>
<p>Nivel de picking</p>	<p>Nivel del suelo cuando no se utilizan estanterías.</p> <p>A bajo nivel cuando la altura a la que se realiza el picking es inferior a 2 metros.</p> <p>Nivel medio cuando se ubica entre 2 y 6 metros de altura.</p> <p>Alto nivel cuando se realiza a una altura superior a los 6 metros.</p>

Tabla 2: Clasificación del picking según diversos criterios. Fuente: Elaboración propia en base a Mauleón Torres (2003)

De esta forma quedan establecidos los distintos tipos de picking que se pueden encontrar en un almacén dependiendo el criterio con el que se realice y evalué la clasificación.

3.3. Localización de productos

Gran parte de las características y funcionamiento de las instalaciones, están vinculadas a la localización de los productos dentro del almacén y las rutas que se siguen para acceder a ellos. Los productos se pueden situar, básicamente, de dos formas diferentes:

- Sistemas de posición fija: Cada producto ocupa una posición permanente dentro del almacén.
- Sistemas de posición aleatoria: Los productos se colocan en cualquier lugar que se encuentre vacío en el momento de su almacenamiento.

Los sistemas de posición fija facilitan la identificación, localización y control del producto recogido, aunque la ocupación del espacio dentro del almacén se puede considerar ineficiente. En cambio, los sistemas de posición aleatoria mejoran la ocupación del almacén,

pero requieren de sistemas de localización automáticos para identificar donde se ubica cada producto.

La selección de uno u otro sistema depende en gran medida de las características de los productos a almacenar (características morfológicas) y de la demanda de los mismos, básicamente, si presenta marcada estacionalidad.

A la hora de ubicar los productos dentro de un almacén pueden seguirse varios criterios, entre ellos se pueden mencionar (Guerriero et al, 2013):

- Principio de Popularidad: número de visitas a los espacios en los que se encuentra una clase de artículo específica. Los productos se clasifican según su actividad en actividad Alta (A), media (M) y baja (B), colocándose más cerca de la puerta de salida del almacén, los A, seguidos de los M y finalmente de los B.
- Índice de rotación: Los productos con un alto valor de rotación (productos de movimiento rápido) se asignan en las estanterías más cercanas a las puertas de salida. El principio opuesto se aplica a los productos de movimiento lento.

Para determinar cuáles son los productos que poseen una mayor actividad dentro del principio de popularidad o los que poseen un mayor valor de rotación en el índice de rotación, se emplea un análisis ABC. Esta metodología se utiliza para diseñar la distribución de inventarios en almacenes y permite clasificar las mercancías.

El objetivo de este análisis es el de optimizar la organización de los productos, de tal forma, que los más atractivos y solicitados por el público se encuentren a un alcance más directo y rápido. Con ello se reducen los tiempos asociados al proceso de picking. Para establecer cuáles son los productos que requieren un posicionamiento diferencial se utiliza el concepto de Pareto, conocido como la regla del 80-20 y se los clasifica en tres categorías principales: productos tipo A que son los más prioritarios, productos tipo B con una prioridad intermedia y productos tipo C con baja prioridad (Mauleón Torres, 2003).

La operatividad del proceso de picking busca alcanzar la máxima productividad de los empleados a cargo de dicho proceso y que las instalaciones sean las más apropiadas para el tipo de producto que se maneja. Por esto, se busca minimizar los recorridos y la manipulación del producto.

3.4. Sistemas de almacenaje

Existen diversos sistemas de almacenaje que combinados con los equipos de movimiento de materiales se pueden adaptar a las distintas necesidades del almacén, condicionando de esta forma el desempeño del mismo. Entre los más utilizados, se pueden mencionar (Mauleón Torres, 2003):

- Almacenamiento en bloques: Los pallets se apilan, unos sobre el otro, formando bloques compactos en el almacén. Implica un mínimo de coste dado que no necesita infraestructura, pudiendo manipularse con equipos sencillos como pueden ser las carretillas contrapesadas. No obstante, presenta ciertos inconvenientes tales como dificultades en la rotación del stock, inconvenientes en su recuento y deterioro en la mercadería por manipulación.
- Almacenamiento mediante estanterías: La estantería constituye el elemento más convencional y universalmente empleado en los almacenes. Se utiliza tanto para mercaderías paletizadas como no paletizadas. Los productos no descansan unos sobre otros y ello permite ganar almacenamiento en altura. Su instalación requiere de un diseño de layout del sector de almacenamiento y deben determinarse simultáneamente los equipos de movimiento de materiales. Existen distintos tipos de estanterías para pallets, cada una se adapta a las necesidades del almacén, tales como cantidad de referencias, cantidad de pallets por referencias, sistema de almacenamiento (FIFO, LIFO, etc.).

En la figura 1 se observan los elementos que componen a una estantería (Rougeot y Ardanuy, 2009).

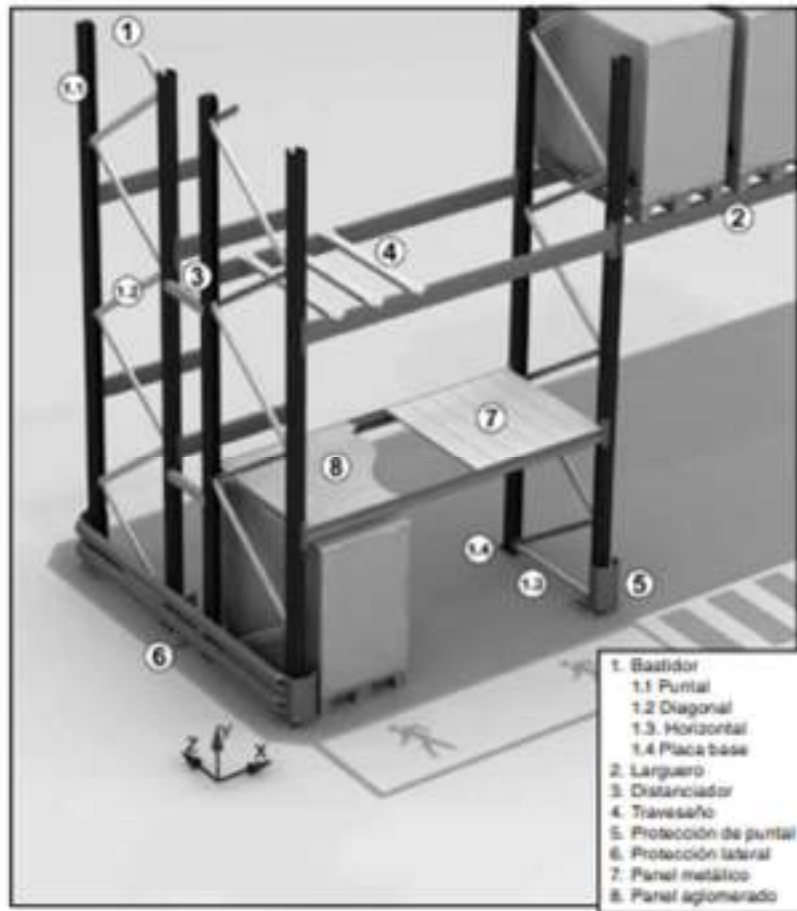


Figura 1: Elementos y estructura de una estantería.

Fuente: Rougeot y Ardanuy (2009)

Como se desprende de la figura, las estanterías se componen de distintos elementos como: puntales, largueros, bastidores, entre otros - que se combinan de diversas formas, otorgándoles así una alta flexibilidad para adaptarse a los distintos tipos de mercaderías.

En la tabla 3 se presentan los distintos tipos de estanterías y sus características asociadas.

Estanterías	Nro de ref.	Pallets por referencia	Sistema de almacenamiento	Rotación de los productos	Tiempo de manipulación	Densidad de almacenamiento
Selectiva	Muchas	Pocos	FIFO	Alta	Bajo	Baja
Penetrable	Pocas	Muchos	LIFO/FIFO	Baja	Alto	Alta
Dinámicas	Medio	Medio	FIFO	Media	Medio	Medio
Móviles	Muchas	Muchos	FIFO	Media	Medio	Alta

Tabla 3: Tipos de estanterías. Fuente: Elaboración propia en base a Mauleón Torres (2003)

Profundizando acerca de los distintos tipos de estanterías presentados en la tabla 3, un almacén con estanterías selectivas (figura 2) permite el acceso directo a cada pallet. Por ello, es una buena solución para depósitos en los que es necesario almacenar productos paletizados con gran variedad de referencias, ofreciendo las siguientes ventajas (Mecalux, 2020 a.):

- Facilidad en el control del stock; cada hueco es un pallet.
- Adaptable a cualquier espacio, peso o tamaño de la mercadería a almacenar.
- Combinable con estanterías para picking manual.

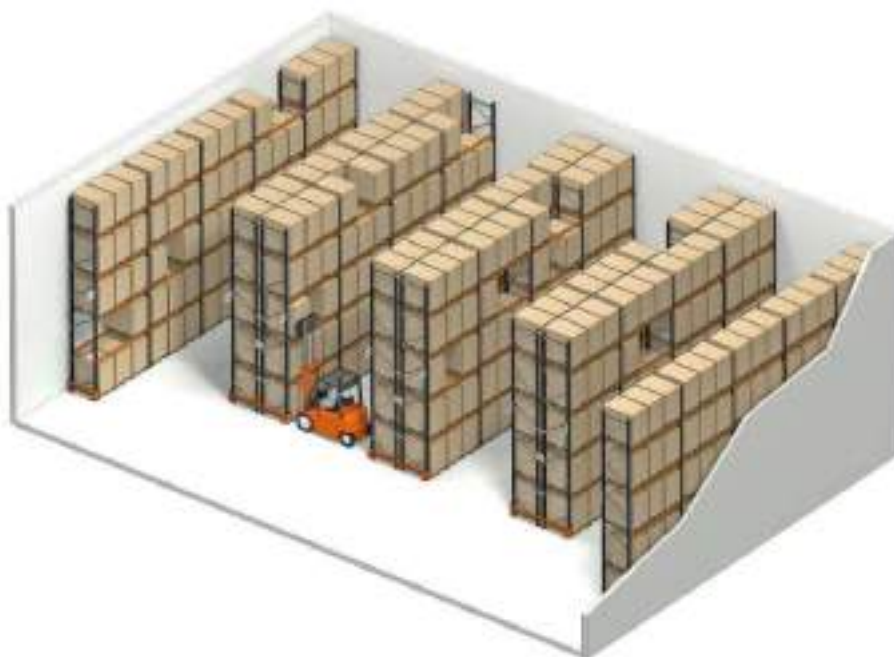


Figura 2: Estanterías selectivas. Fuente: Mecalux (2020 a.)

Por otra parte, un almacén con estanterías penetrables facilita la máxima utilización del espacio disponible, tanto en superficie como en altura. Todos los niveles de cada calle deben alojar la misma referencia, por lo que resulta una buena solución para almacenar productos homogéneos con gran cantidad de pallets por referencia.

Este sistema de almacenamiento está compuesto por un conjunto de estanterías, que forman calles interiores de carga, con carriles de apoyo para los pallets. Las carretillas penetran en dichas calles interiores con la carga elevada por encima del nivel en el que va a ser depositada, ofreciendo las siguientes ventajas (Mecalux, 2020 b.):

- Rentabilidad máxima del espacio disponible (hasta un 85%).
- Eliminación de los pasillos entre las estanterías.

- Riguroso control de entradas y salidas.
- Admite tantas referencias como calles de carga existan.

A continuación, en la figura 3, se presenta la disposición de las estanterías penetrables:



Figura 3: Estanterías penetrables. Fuente: Mecalux (2020 b.)

La capacidad de almacenamiento de este sistema es superior al provisto por las estanterías selectivas. La cantidad de pallets a almacenar en las estanterías penetrables depende de la profundidad y del número de niveles de carga. En este sentido, es aconsejable que todos los productos almacenados en una calle de carga sean de la misma referencia para evitar la manipulación innecesaria de los pallets.

Por otra parte, la distribución en planta con estanterías dinámicas (figura 4) es un sistema idóneo para depósitos de productos perecederos. Las mismas incorporan caminos de rodillos con una ligera pendiente que permite el deslizamiento de los pallets, por gravedad y a velocidad controlada, hasta el extremo contrario. De esta manera, ofrece las siguientes ventajas (Mecalux, 2020 f.):

- Perfecta rotación de los pallets (sistema FIFO).
- Ahorro de espacio y tiempo en la manipulación de los pallets.



Figura 4: Estanterías dinámicas. Fuente: Mecalux (2020 f.)

Finalmente, en la distribución en planta con estanterías móviles (figura 5) las estanterías se colocan sobre bases móviles guiadas que se desplazan lateralmente. Esto permite suprimir los pasillos y abrir el que sea necesario a la hora de realizar un trabajo.

De ese modo, se consigue compactar las estanterías y aumentar la capacidad del depósito sin perder el acceso directo a cada pallet. Por lo que sus principales ventajas según Mecalux (2020 f.) son:

- Sistema óptimo para cámaras frigoríficas, tanto de refrigeración como de congelación al reducir el volumen total a enfriar.
- Incremento de la capacidad del depósito.
- Eliminación de pasillos de acceso individuales.



Figura 5: Estanterías móviles. Fuente: Mecalux (2020 f.)

Como se observa en la figura anterior, las bases móviles de las estanterías van montadas sobre carriles fijos al suelo y están equipadas de elementos de tracción remotos que permiten desplazar los estantes a un lado y a otro para abrir un único pasillo de acceso. El operador es quien da la orden de apertura automática mediante un mando a distancia o, de forma manual, pulsando un interruptor.

3.5. Equipos de movimiento de materiales (EMM)

Hay disponible una enorme variedad de equipos mecánicos de carga y descarga, recolección de pedido y traslado de productos. Los EMM se diferencian entre sí por su grado de uso especializado y por el tipo de energía que requieren para su operación (Mauleón Torres, 2003).

Existe una relación directa entre la forma de almacenar los productos, el ancho de pasillo y la altura máxima a la que se puede acceder con el EMM utilizado. En la figura 6, se presentan algunos de EMM que se utilizan en las operaciones de almacenamiento:



Figura 6: Equipos de movimiento de materiales. Fuente: Elaboración propia en base a Mecalux (2020 f.)

En la tabla 4, se resumen las características más relevantes de los equipos mostrados con anterioridad:

TIPO	TIPO ENERGIA	PASILLO [m]	H MAX [m]	SISTEMA ALMACENAJE
Transpaleta	Manual/eléctrico	1,5	0	Traslado horizontal
Apilador	Manual/eléctrico	2,1-2,2	4-6,5	Selectiva Dinámica
Carretilla contrapesada	Eléctrico/ Combustión Interna	3,2-4	7,5	Selectiva Penetrable Dinámica Automática
Carretilla retráctil	Eléctrico	2,7-3	8,5-10,5	Selectiva Penetrable

				Dinámica Automática
Carretilla torre bilateral	Eléctrico	1,5-1,6	>12	Selectiva Dinámica
Carretilla torre trilateral	Eléctrico	1,7-1,8	>12	Selectiva Dinámica
Apilador reach	Eléctrico	2,6-3	11	Selectiva
				Penetrable
				Dinámica
				Automática

Tabla 4: Características de los EMM. Fuente: Elaboración propia en base a Mauleón Torres (2003)

Trabajar con EMM que requieren pasillos estrechos reduce la inversión en m² de nave requerida, mientras que la mayor altura alcanzada aumenta la capacidad en m³ disponibles para almacenar la mercancía. Sin embargo, hay que tener en cuenta el costo inicial de inversión que implica la adquisición de estos equipos. En general, a medida que aumentan la altura que pueden alcanzar y que disminuye el ancho de pasillo que requieren para su movimiento, aumenta su costo de adquisición.

Cabe hacer mención, a los apiladores reach o también conocidos como auto elevadores retráctiles que poseen la capacidad de extender su mástil hacia adelante para acceder a los pallets y mercancías que se almacenan a profundidad en estanterías penetrables. Asimismo, gracias a sus pequeños círculos de giro, los apiladores retráctiles pueden operar en pasillos estrechos.

3.6. Indicadores de desempeño de un almacén

El objetivo fundamental de una correcta gestión de almacenes se basa en el principio de conseguir el grado de servicio requerido por el mercado, donde se desea que haya disponibilidad de mercancías para su entrega, rapidez y fiabilidad, a un nivel de costos aceptable para la empresa (Anaya, 2008).

Los indicadores de desempeño logístico permiten medir el cumplimiento de objetivos y utilización de recursos en la gestión de almacenes. En la tabla 5 se presentan:

Indicador	Objetivo
Tiempo de ciclo en la recepción	Medir el tiempo desde que se descarga el camión hasta que este se inspecciona y registra en el sistema de información.

Porcentaje de utilización de espacio o posiciones de almacenamiento (SSU)	Medir la utilización de espacio de almacenamiento a través de la división de la utilización actual (m^2 o posiciones) sobre su capacidad.
Eficiencia de los equipos de movimiento de materiales	Se calcula como el tiempo de utilización de los equipos sobre el tiempo total disponible o utilización actual (kg, cajas, pallets, entre otras unidades de carga) sobre la capacidad disponible.
Exactitud de la preparación de pedidos	Determinar los porcentajes de órdenes de pedidos preparadas correctas dividido con el total de órdenes preparadas.
Nivel de servicio de inventario para pedidos	Medir el porcentaje de órdenes de pedidos que son atendidas con el inventario disponible en la empresa dividido el número de órdenes totales despachadas.
Cantidad de productos no despachados	Medir los productos que no son enviados a los clientes por pedido respecto al total de productos solicitados.
Promedio de líneas despachadas por hora	Medir el número promedio de productos recogidos por línea de pedido por hora por trabajador en el almacén con el objetivo de analizar su eficiencia en el desarrollo de sus tareas.
Productividad del almacén y costos	Medir la cantidad de órdenes atendidas por el almacén dividido el costo del personal del almacén por un período de tiempo. Además, se sugiere la medición de costos.
Densidad de almacenamiento (DA)	Permite evaluar el aprovechamiento del volumen de almacenamiento. A mayor valor de densidad de almacenamiento se estará haciendo un mejor aprovechamiento de los espacios del almacén y en consecuencia se obtendrá menores costos de almacenamiento.
Porcentaje de espacio de pasillos (ASP)	Medir el porcentaje de área destinada a pasillos dividido el área total de almacenamiento. Si bien cuando aumenta este porcentaje disminuye la densidad, facilita la manipulación de los productos, disminuyendo los tiempos de preparación de pedido.
Tiempo de preparación de pedido (TPP)	El TPP es un indicador que mide la eficiencia del operario para preparar las órdenes de pedido. A menor TPP, más eficiente resulta el proceso.

Tabla 5: Indicadores de desempeño logístico. Fuente: Elaboración propia en base a Zuluaga et al (2014)

En base a lo establecido en la tabla anterior, se define una combinación de indicadores que permitan analizar el desempeño operativo de un almacén. Los mismos se presentan en las ecuaciones 1-4:

- DA: Densidad de almacenamiento = $\frac{\text{pallets}}{m^2}$ (1)

- ASP: Porcentaje de espacio de pasillos = $\frac{\text{superficie pasillos}}{\text{superficie total}} \times 100$ (2)
- SSU: Utilización del espacio de almacenamiento: $\frac{\text{posiciones ocupadas}}{\text{posiciones totales}}$ (3)
- Tiempo de preparación de pedido: $\frac{\text{tiempo total utilizado}}{\text{cantidad de órdenes preparadas}}$ (4)

3.7. Zonificación del almacén y diseño de instalaciones

Según Mauleón Torres (2003), en base a las operaciones básicas, en un almacén pueden apreciarse distintas zonas que es necesario tener en cuenta a la hora de diseñar el lay-out (tabla 6):

Zonas del almacén	Descripción
Carga y descarga	Es la zona en la que la mercadería ingresa o sale del almacén. Varía según el medio de transporte que se decida emplear (camión, ferrocarril, marítimo, aéreo). Pueden estar integradas al almacén lo que entrega mayor velocidad en el manejo de mercancías, o independientes. Estas últimas suelen constar de una explanada situada en las inmediaciones del almacén
Recepción y control	En esta zona la mercancía se almacena temporalmente y pasa por un doble proceso de clasificación / control de calidad. En general, se recomienda que sea una zona dotada de independencia.
Almacenamiento	Es el eje del almacén. Debe contar con las instalaciones, estanterías y medios de manipulación adecuados para obtener la máxima productividad. Se la evalúa desde dos criterios operativos: capacidad de almacenamiento y facilidad para el picking.

<p>Picking o de preparación de pedidos</p>	<p>No es una zona necesaria en todos los almacenes, solo en aquellos en los que la unidad de envío al cliente es diferente de la unidad de almacenamiento. Puede estar integrada en la zona de almacenaje o puede constar de una zona separada y específica</p>
<p>Expediciones o salida</p>	<p>Es una zona destinada al embalaje, si procede, de los pedidos ya preparados. Además, sirve para almacenar temporalmente los pedidos en espera de ser cargados en el transporte.</p>
<p>Oficinas y servicios</p>	<p>Se dedica a la gestión y operaciones administrativas del almacén, así como a brindar servicios al personal. Pueden estar a ras del almacén o en una planta superior, con visibilidad de toda la zona de almacenaje y próximas a la zona de expedición y/o de carga/descarga.</p>
<p>Otras zonas especiales</p>	<p>Pueden existir zonas especiales según cada caso en particular, como lo pueden ser zonas de devoluciones de clientes, zonas para carga de baterías de las carretillas o zonas para el almacenamiento de envases y embalajes.</p>

Tabla 6: Zonas del almacén. Fuente: Elaboración propia en base a Mauleón Torres (2003)

Para el diseño de la zona de almacenamiento explicada en la tabla anterior, la metodología propuesta por Meyers & Stephen (2006) ha sido ampliamente aceptada. Utilizándola como base, se plantea el siguiente procedimiento para diseñar la zona de almacenamiento propiamente dicha (Zárate et al, 2021):

- PASO 1: Cálculo de dimensiones del módulo de almacenamiento. Determinar el número de huecos para pallets que caben en un almacén. El mismo se

define por tres variables básicas: longitud (L_m), profundidad (P_m) y altura entre módulos (Y_m).

- PASO 2: Cálculo de cantidad de módulos en el largo de la zona de almacenamiento.
- PASO 3: Cálculo de cantidad de pisos de las estanterías.
- PASO 4: Selección del equipo de movimiento de materiales.
- PASO 5: Cálculo de cantidad de módulos en el ancho de zona de almacenamiento y definición de ancho de pasillo.
- PASO 6: Diseño de plano.
- PASO 7: Cálculo de capacidad final del almacén.

3.8. Simulación

Según Acosta Flores (2007), para poder comprender la realidad y la dificultad que un sistema puede conllevar, ha sido necesario construir un modelo con objetos artificiales y experimentar con ellos dinámicamente antes de interactuar con el sistema real. La simulación por computadora puede observarse como el equivalente computarizado a ese tipo de experimentación. Para lo cual es necesario construir modelos que representen la realidad y que puedan ser interpretados por una computadora.

Las operaciones, procesos o servicios que existen en el mundo real son generalmente llamados sistemas y para estudiarlos de forma científica frecuentemente se hace un conjunto de suposiciones acerca de cómo trabajan. Estas suposiciones, que toman la forma de relaciones matemáticas o lógicas, constituyen un modelo que es usado para intentar ganar un entendimiento de cómo se comporta el sistema correspondiente

Si las relaciones entre los componentes del modelo son bastante simples, puede ser posible usar métodos matemáticos (como cálculo o estadística) para obtener información exacta en cuestiones de interés, a esto se le llama solución analítica. Sin embargo, la mayoría de los sistemas reales son difíciles, por lo que deben ser estudiados por medio de simulación para permitir que estos modelos sean reales y puedan ser evaluados de forma analítica (Beaverstock et al, 2012).

Las áreas de aplicación de la simulación son numerosas y diversas; es usual encontrar aplicaciones en la evaluación de un sistema productivo en un ambiente virtual, con la intención de lograr la máxima eficiencia en los sistemas de producción, minimizar costos,

mejorar la calidad, reducir el lapso de tiempo entre la fabricación y la entrega de los productos al cliente, proyectar escenarios catastróficos y extremos. Así como la aplicación de alternativas educativas para la formación de personal en diferentes áreas de una organización.

De esta forma, la simulación es la representación gráfica de algún proceso, sistema de producción o sistema real a través del tiempo, ya sea diseñada manualmente o en una computadora, que se utiliza para estudiar su comportamiento (Banks et al, 2005). Consiste en imitar de forma matemática la operación de un proceso completo.

Para ello es necesario formalizar —construir el modelo basado en la sintaxis de un cierto lenguaje de simulación— el conocimiento que se tiene del sistema que se desea simular, mediante relaciones lógicas, matemáticas y simbólicas. El conocimiento que se adquiere en la fase de desarrollo del modelo de simulación constituye una buena base para sugerir los cambios que, con mayor probabilidad, generarán beneficios en el rendimiento global del sistema. De modo análogo, permite simplificar el número de experimentos a ser realizados en el entorno de simulación (Winston, 2005).

Una vez que se dispone de un modelo correcto, este puede ser utilizado para analizar y evaluar cómo afectarían ciertos cambios al rendimiento del sistema, tanto en su organización como en las políticas de gestión de recursos compartidos, antes de que dichos cambios sean aplicados en el sistema real. La experimentación en entornos de simulación digital permite también adquirir un mejor conocimiento de las interacciones entre distintas variables de decisión a partir de la observación de los resultados que se obtienen al provocar cambios en los parámetros del modelo (Piera et al, 2006).

Todo modelo de simulación se enmarca en una de las siguientes categorías (Taha Hamdy, 2012):

- Simulación de eventos discretos: Se produce cuando los cambios en el estado del sistema ocurren de manera instantánea en puntos aleatorios del tiempo como resultado de la ocurrencia de eventos discretos.
- Simulación continua: Se utiliza este tipo de simulación cuando los cambios se producen continuamente en el tiempo. Para ello se suelen requerir ecuaciones diferenciales que describen la tasa de cambio de las variables de estado.

El modelado mediante simulación es una técnica muy flexible y, en general, de fácil aplicación. Sus modelos no requieren las simplificaciones asumidas al trabajar únicamente

con técnicas analíticas. Obtener información de un modelo de simulación suele ser más fácil que hacerlo del sistema real. En contrapartida, conseguir los datos apropiados sobre el sistema en estudio puede resultar caro o imposible: el sistema de referencia puede simplemente no existir. A modo de resumen, se enumeran a continuación algunas de las ventajas que ofrece el uso correcto de los entornos de simulación digital (Piera et al, 2006):

- Permiten evaluar estrategias de mejora sin perturbar el funcionamiento del sistema real.
- Permiten evaluar hipótesis sobre cómo y por qué aparecen ciertos fenómenos en el sistema estudiado.
- El tiempo puede ser expandido o comprimido, de modo que podemos acelerar el experimento y así observar ciertos fenómenos que se prevé que van a suceder en un instante determinado o a lo largo del estudio. Mejor conocimiento sobre cómo afectan ciertas variables de decisión al comportamiento global de todo el sistema.
- Puede ser utilizada para estudiar sistemas en su etapa de diseño, es decir antes de que sean construidos.
- Permiten analizar los cuellos de botella, indicando el estado y grado de utilización de los distintos recursos.
- Un proyecto de simulación suele ayudar de forma decisiva a entender la secuencia real de operaciones del sistema.
- Finalmente, los modelos de simulación permiten responder a preguntas del tipo: «qué ocurriría si...» que son tan esenciales para la mejora del rendimiento de sistemas considerados complejos.

Como se explicó anteriormente y según Kelton et al (2008) la simulación por computadora se refiere a los métodos para estudiar una gran variedad de modelos de sistemas del mundo real mediante la evolución numérica, usando un software diseñado para imitar las características u operaciones del sistema, a menudo en el transcurso del tiempo.

Hay muchos softwares para la simulación de procesos y entre ellos FLEXSIM®. El mismo, permite modelar y entender con precisión los problemas básicos de un sistema sin la necesidad de programaciones complicadas, esto debido a que ofrece una forma sencilla al desarrollar el modelo de simulación. Se enlistan algunas razones por las cuales FLEXSIM® es una buena alternativa como herramienta en simulación (Díaz Martínez et al, 2018):

- Su amplia sección de objetos preconstruidos permite abordar situaciones mucho más complejas sin tener que escribir código de software.
- El software se orienta a objetos lo que admite una mayor visualización del flujo de producción.
- Todo el proyecto se desarrolla en un ambiente tridimensional (3D), además de permitir importar infinidad de objetos de distintos paquetes de diseño, incluyendo AUTOCAD®, SOLID WORKS®, CATIA®, 3D STUDIO®.
- La generación de distintos escenarios y condiciones variadas son fáciles de programar.
- Las distribuciones de probabilidad se pueden representar con gran precisión en lugar de valores promedio para representar fielmente la realidad.

Es importante remarcar que FLEXSIM® no sólo simula sistemas discretos, sino que también acepta trabajar con fluidos o modelos combinados continuo-discreto. Proporciona gráficos, reportes y estadísticas (Simón Marmolejo et al, 2013).

3.9. Estudio del trabajo

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar las actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando (OIT, 1996).

El mismo se encuentra compuesto por dos módulos de análisis: estudio de métodos y estudio de tiempos.

3.9.1. Estudio de métodos

El estudio de métodos es la técnica mediante la cual se busca establecer el método de trabajo óptimo. Para esto se deben tener en cuenta factores como tipo de trabajo, puesto, ergonomía y elementos de seguridad (OIT, 1996).

En otras palabras, el estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades con el fin de ejecutar mejoras. En ella se busca la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación.

Una de las herramientas que se emplea en el estudio de métodos es el diagrama de recorrido, que consta de una representación gráfica del plano de planta y que muestra la localización de todas las actividades registradas en el cursograma analítico. Este último, es

un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando las operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos por las que transita.

3.9.2 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica para establecer un tiempo estándar para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido de trabajo por observación directa, con los debidos suplementos por fatiga y por contingencias. Básicamente permite determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida (OIT, 1996).

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible producir e incrementan la eficiencia del equipo y el personal operativo. Los estándares mal establecidos conducen a costos altos, disentimientos del personal y fallas de toda la empresa.

No se debe empezar ningún estudio de tiempos hasta que el observador esté convencido de que (Madariaga, 2020):

- El método es el mejor de que se dispone para hacer ese trabajo;
- Quién está haciendo ese trabajo es un operario calificado;
- Todas las demás condiciones son las que normalmente están presentes en ese tipo de operación. Si se va a establecer un tiempo normal, el método debe ser el mejor disponible operado en circunstancias normales.

Para realizar un estudio de tiempos se debe tener en cuenta la población y muestra a analizar, la valoración del ritmo, los suplementos y la asignación de tiempos de control de calidad.

a) Población y muestra

Este es un factor de importancia en el estudio ya que de él depende en gran medida el éxito del análisis. Por un lado, la población hace referencia al universo de estudio, es decir, al conjunto total sobre el cual recaen los resultados del estudio (Madariaga, 2020).

Por el otro lado, la muestra representa el conjunto de objetos sobre los cuales se realiza el estudio que pocas veces suele coincidir con la población. La muestra queda definida por dos variables: el conjunto de objetos de análisis sobre los cuales se realiza el estudio (se los considera como “representativos” del estándar del universo) y la cantidad de mediciones a realizar.

De esta manera, el problema consiste en determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados. En este contexto, la OIT (1996) sugiere que realicemos un conjunto de muestras preliminares y evaluemos la cantidad de muestras requeridas (ecuaciones 5, 6):

$$n = \left(\frac{s*t}{k*X_m} \right) \quad (5)$$

Donde...

n = No. de observaciones requeridas

s= Estimación de la dispersión

t= Parámetro de la distribución t de Student

k= Exactitud deseada

X_m =Valor promedio

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - X_m)^2}{(n-1)}} \quad (6)$$

Como el tamaño de la muestra variará según las observaciones para cada elemento, es posible que se llegue a diferentes tamaños de muestra para cada elemento de un mismo ciclo. Como resultado, en el caso del cronometraje acumulativo, el tamaño de la muestra debe calcularse tomando como referencia el elemento que requiera la muestra de mayor tamaño.

b) Valoración de ritmo y suplementos

La valoración del ritmo y los suplementos son los dos temas más discutidos del estudio de tiempos. El estudio de tiempos no es una ciencia exacta, aunque se han hecho y se continúan haciendo muchas investigaciones para tratar de darle base científica. Sin embargo, la valoración del ritmo de trabajo del operario y los suplementos de tiempo que se deben prever para recuperarse de la fatiga, por necesidades personales y para otros fines como las contingencias siguen siendo en gran parte cuestión de criterio y por lo tanto objeto de negociación entre la empresa y los trabajadores (OIT, 1996).

Valoración del ritmo: No siempre se puede cronometrar una tarea con un trabajador calificado promedio (aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad), y aunque se pudiera, le ocurriría como a todos los hombres, que no trabajan igual día tras día y ni siquiera minuto tras minuto. Es por esto que el analista tiene

que disponer de algún medio para evaluar el ritmo de trabajo del operario que observa y situarlo con relación al ritmo normal.

Según la OIT (1996), valorar el ritmo es comparar el ritmo real del trabajador con una idealización mental del ritmo tipo que el analista se ha formado al ver cómo trabajan naturalmente los trabajadores calificados cuando utilizan el método que corresponde y poseen la motivación suficiente para realizar la labor. De esta manera un trabajador que mantiene el ritmo tipo y descansa del modo apropiado tendrá un desempeño tipo durante la jornada o el turno.

Desempeño tipo es el rendimiento que obtiene naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se les haya motivado para aplicarse. A ese desempeño corresponde el valor 100 en las escalas de valoración del ritmo y del desempeño.

Suplementos: Ningún operario puede sostener una tarea en forma continua e ininterrumpida durante toda la jornada de trabajo. Pueden tener lugar tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo adicional. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a los bebederos; la segunda es la fatiga que afecta aún a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. Por último, existen retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor y variaciones del material, todos ellos requieren la asignación de algún tiempo y se los conoce como contingencias (OIT, 1996).

Como el estudio de tiempos se toma en un período relativamente corto, y como los elementos extraños se eliminan para determinar el tiempo normal (TN), debe añadirse un suplemento al tiempo normal para llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr con facilidad. El tiempo requerido para un operario promedio, para ejecutar la operación, se llama tiempo tipo (TT) de esa operación. Por lo común el suplemento se da como un porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a 1 + suplemento. La ecuación 7 se detalla la fórmula que permite calcular el TT (Rougeot y Ardanuy, 2009):

$$TS = TN + TN \times \text{suplemento} = TN \times (1 + \text{suplementos}) \quad (7)$$

La figura 7 proporciona un esquema para ordenar los distintos tipos de suplementos según su función. La división principal son suplementos por descanso y especiales. Los suplementos por descanso, como su nombre lo indica, proporcionan tiempo al trabajador para recuperarse de la fatiga causada por la tarea o por el entorno del trabajo y atender a sus necesidades personales. Estos suplementos se dividen en suplementos por descanso

constantes o variables. Los suplementos especiales incluyen muchos factores diferentes relacionados con el proceso, el equipo, los materiales, etc.

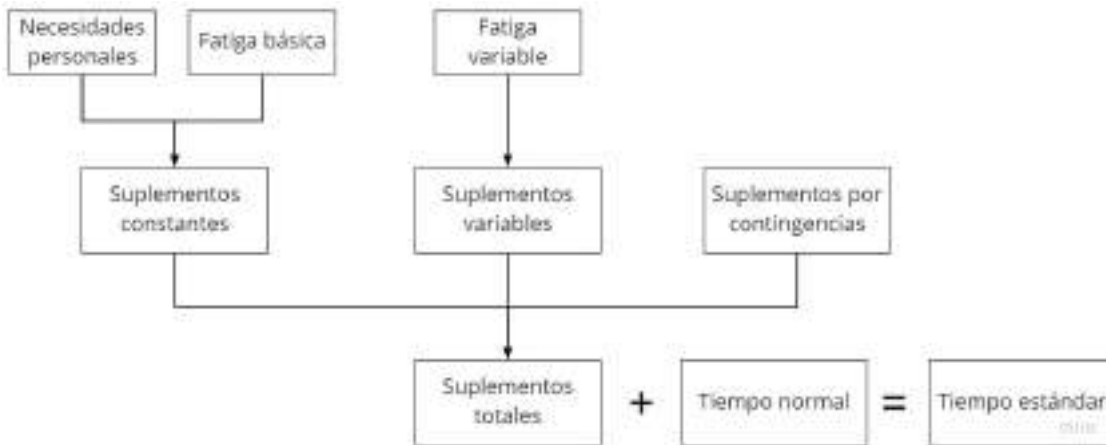


Figura 7: Elementos y estructura de una estantería.

Fuente: Rougeot y Ardanuy, (2009)

(1) Suplementos por descanso constantes

- Necesidades personales: Las necesidades personales incluyen suspensiones del trabajo precisas para mantener el bienestar del empleado que necesita, por ejemplo, beber agua o ir al sanitario. No existe una base científica para asignar un porcentaje numérico ya que las necesidades personales son individuales. Según OIT (1996) pueden aproximarse como un 5% del suplemento por descanso.

- Fatiga básica: El suplemento por fatiga básica es una constante que toma en cuenta la energía consumida para llevar a cabo el trabajo y aliviar la monotonía. Según OIT (1996) pueden aproximarse como un 4% del suplemento por descanso.

(2) Suplementos por descanso variable

La fatiga no es homogénea en ningún sentido. Tiene razones estrictamente físicas por un lado y puramente psicológicas por el otro, e incluye combinaciones de las dos. Además, puede influir mucho en unas personas y tener poco o ningún efecto en otras.

Ya sea física o mental, los resultados de la fatiga son similares; se experimenta una disminución en la voluntad para trabajar. Los factores más importantes que afectan la fatiga se conocen bien y están establecidos. Estos factores incluyen: condiciones de trabajo, en especial ruido y humedad; la naturaleza del trabajo, como postura, cansancio muscular y tedio, y la salud general del trabajador. Como la fatiga no puede eliminarse, deben asignarse

los suplementos adecuados para las condiciones de trabajo y las tareas repetitivas (OIT, 1996).

- Suplemento de postura: Los suplementos de postura se basan en consideraciones ergonómicas. Se asignan distintos valores según corresponda con un trabajo sentado, de pie o agachado.

- Suplemento por posición anormal: La OIT (1996) toma suplementos complementarios a la postura cuando una tarea requiere adquirir una posición anormal durante una parte significativa del tiempo.

- Fuerza muscular: La fatiga debida a este aspecto se puede formular a partir de dos principios fisiológicos importantes: la fatiga muscular y la recuperación del músculo después de la fatiga. El resultado inmediato de la fatiga muscular es una reducción significativa en la fuerza muscular. Este suplemento depende directamente de la fuerza que se requiera hacer.

- Condiciones atmosféricas: Este suplemento contempla las condiciones atmosféricas en las que se trabaja. Pese a haber cuatro estaciones durante el año, con temperatura y humedad cambiando día a día, la OIT (1996) sostiene que se debe fijar un suplemento constante para la tarea, independientemente del día que la haga.

- Nivel de ruido: La OIT (1996) establece cuatro categorías para el nivel de ruido y se asigna el suplemento según la categoría correspondiente.

- Nivel de iluminación: El nivel de iluminación aparece como un suplemento de gran importancia en industrias que requieren operaciones manuales de gran precisión. Por el contrario, para otros tipos de industrias, el nivel de iluminación no debería tener una gran incidencia en la ejecución de las tareas.

- Tensión visual: Este suplemento se refiere a la precisión de los requerimientos visuales de la tarea.

- Tensión mental: El estrés mental es muy difícil de medir con claridad para muchos tipos de tareas. No se han definido con exactitud medidas estandarizadas de desempeño para la carga de trabajo mental, y la variabilidad entre individuos que realizan la misma tarea es alta.

- Monotonía: La asignación de suplementos debido a la monotonía, según lo define OIT (1996), es apropiada como “resultado del uso repetido de ciertas facultades mentales, como en la aritmética mental”.

- Tedio: Como define la OIT (1996), este suplemento se aplica a elementos en los que existe “uso repetido de ciertos miembros del cuerpo, como dedos, manos, brazos o piernas”. En otras palabras, una tarea tediosa utiliza repetidas veces los mismos movimientos físicos, mientras que una tarea monótona usa repetidas veces las mismas facultades mentales.

4. METODOLOGÍA Y LÍMITES DE ANÁLISIS

El propósito de esta sección es el de definir de qué modo se ejecutará el estudio. Se establecen los procedimientos a emplear y se explica de qué manera obtener y analizar los datos.

Por otra parte, se determinan los recursos utilizados, tanto en el diagnóstico como en la propuesta de superación del problema objeto de estudio del trabajo final, así como su alcance.

4.1 Metodología

La recolección y análisis de datos se estructura en las siguientes actividades principales:

1) Relevamiento organizacional y de mercado

Se plantean entrevistas con los distintos sectores de la compañía. A partir de ellas se obtiene información tanto de la empresa como del mercado en el que se encuentra situada (clientes, proveedores, competencia, demanda, etc.).

2) Relevamiento del centro de distribución:

Se registra la distribución en planta y los equipos presentes en planillas creadas a tal propósito. Paralelamente se releva el inventario de productos, los procesos involucrados en cada sector junto con el flujo de materiales a través de los mismos mediante las distintas herramientas de análisis de procesos.

3) Estudio de tiempos

Se realiza un estudio de tiempos de las operaciones de picking involucradas. Se emplea en cada una de las instancias las herramientas y materiales (cronómetros y contadores) para la recopilación, documentación y análisis de los datos.

4) Análisis y diseño de nueva distribución en planta

- Análisis de distribución en planta actual

En base a los datos relevados en las etapas anteriores, se definen los criterios que permitirán comparar la distribución actual con los nuevos diseños propuestos. En este aspecto, se establece la distribución y el proceso de picking actual y los equipos de movimientos de materiales.

- Propuesta de distribución en planta

La nueva distribución en planta se plantea haciendo uso de la metodología de diseño de instalaciones presentada en el marco teórico.

5) Validación por simulación

A partir de todas las etapas previas se obtienen los valores requeridos para realizar la simulación de los procesos operativos – preparación de pedidos utilizando FLEXSIM® y verificar la mejora de la eficiencia de la nueva distribución.

4.2 Límites del universo de estudio

Se definen los siguientes límites para este trabajo:

- Se someten a este estudio sólo los procesos y operaciones correspondientes al área de almacenamiento y armado de pedidos del centro de distribución.
- No se tienen en cuenta los tiempos requeridos para las operaciones tercerizadas.
- Para efectuar la simulación del proceso e implementar las estrategias de análisis se toman los pedidos promedio de una semana.

5. RESULTADOS

En este apartado en primer término se presentan los resultados del relevamiento de la empresa en lo que se refiere a sus aspectos organizacionales y en particular de las características del almacén. Se incluye una descripción detallada de los procesos que allí se realizan.

Posteriormente, se presenta la propuesta de mejora referida al tipo de almacenamiento, localización de los artículos y el tiempo de preparación de los pedidos, estrechamente vinculado a dichos factores. Dicha mejora se verifica utilizando la simulación. Finalmente se presentan las conclusiones.

5.1. Relevamiento de la estructura organizacional

En la figura 8 se presenta el organigrama de la empresa.



Figura 8: Organigrama de la empresa. Fuente: Elaboración propia

La junta directiva compuesta por los dos dueños de la empresa, implementan las tareas de dirección. Coordinan la motivación externa junto con los medios a disposición de la empresa para que el grupo funcione y logre alcanzar sus objetivos. Se encargan de implementar el liderazgo empresarial. Asimismo, regulan la utilización de los recursos, establecen los objetivos empresariales, los planes/estrategias de acción a seguir para alcanzarlos y controlan sus cumplimientos.

La administración o área administrativa compuesta por tres personas, colabora con la coordinación y comunicación de las distintas áreas funcionales buscando conseguir los objetivos organizacionales. De igual modo, le da seguimiento a la estrategia organizacional y realiza los ajustes necesarios en busca de alinearse con lo planificado. Esta área es la encargada de realizar el proceso de aprovisionamiento y relaciones con los proveedores, así como las tareas relacionadas con la contratación y relaciones con el personal.

El área de comercialización compuesta por un jefe de ventas y ocho vendedores a su cargo, es la encargada de detectar los requerimientos de los clientes y planificar las actividades relacionadas con la venta del producto. En ambos aspectos, juega un rol primordial el proceso de relaciones con los clientes, así como el estudio de mercado en el que se busca conocer más acerca de la demanda, los competidores, los precios, los canales de distribución y los distintos actores que forman parte del entorno organizacional. Es la encargada de definir la política de ventas de la empresa y la previsión de las ventas futuras.

El área de finanzas está compuesta por tres contadores. Se ocupa de planear y dirigir los resultados de las operaciones monetarias de la empresa. En este aspecto, posee subfunciones específicas como el proceso de facturación y cobranza a los clientes, el pago de salarios a los empleados, el pago a proveedores, la toma de decisiones en temáticas relacionadas con inversiones y la definición impositiva. Además, de las tareas de contabilidad general, trabaja en conjunto con las áreas de administración y comercialización en la definición de costos/precios.

El área de distribución compuesta por dos personas, planifica y les da seguimiento a las tareas de distribución física. Dentro de sus responsabilidades se incluyen la disposición del embalaje de productos, búsqueda de ruta óptima, tanto en la etapa de aprovisionamiento como en la entrega de pedidos a los clientes de la empresa. Para el desarrollo de las mismas existe un trabajo integrado con las áreas de administración y comercialización.

Con respecto al proceso de entrega de pedidos, es importante destacar que el mismo no sólo incluye al conjunto de actividades que se ocupan del flujo de materiales desde el almacén hacia los clientes como se observa en la figura 9, sino también del flujo de información que al mismo se le asocia. Este último aspecto, se constituye por dos vías de comunicación principales como lo son la vía telefónica y el contacto a través de la dirección de correo empresarial.



Figura 9: Proceso de entrega de pedidos. Fuente: Apunte de la Cátedra de Organización y Dirección Industrial I

El área llamada Depósito se compone de un encargado de depósito y 2 operarios, es la encargada de gestionar el correcto funcionamiento del almacén y salvaguardar los productos que en él se conservan. Mantienen un riguroso seguimiento y control del stock a través de planillas Excel y recuentos semanales.

También se encarga de disponer las posiciones de los pallets al recibir nuevos lotes de mercadería, y colabora en el proceso de compras al informar los productos que poseen un bajo nivel de existencias y requieren un reaprovisionamiento.

Por otra parte, es el área responsable del proceso de preparación de pedidos o picking, que consiste en la retirada y combinación de artículos para conformar el pedido de un cliente. Esta actividad la desarrolla un operario que recorre la instalación recopilando las unidades solicitadas por la orden de pedido. La recogida se realiza por lotes.

Como conclusión del relevamiento de la estructura organizacional se desprende que la empresa posee una departamentalización funcional, en la que los trabajos se agrupan según las funciones desempeñadas para facilitar su coordinación. Asimismo, dentro del área de distribución se subdividen las tareas relacionadas con el aprovisionamiento de productos de aquellas que se asocian con la entrega de pedidos a los clientes finales.

Por otra parte, la mayoría de las decisiones estratégicas y organizacionales se concentran en la junta directiva compuesta por los dueños de la firma. Dada esta escasa participación de los niveles inferiores en la toma de decisiones, la organización posee un fuerte grado de centralización. A su vez, no posee normas o procedimientos que estandaricen los trabajos o guíen el comportamiento de los empleados, por lo que es poco formalizada en este aspecto (Robbins y Judge, 2009).

5.1.1. Partes interesadas

En la figura 10 se determinan las principales partes interesadas que interactúan con la empresa.



Figura 10: Partes interesadas. Fuente: Elaboración propia.

Para cada una de estas partes interesadas, en la tabla 7, se procede a identificar sus necesidades y expectativas más relevantes frente a la empresa.

Parte interesada	Necesidades	Expectativas
Junta Directiva	Obtener el mayor beneficio económico posible	Aumentar la productividad y la reducción de costos a través de la mejora continua. Incrementar la participación en el mercado
Clientes	Envío de pedidos en tiempo y forma	Un trato diferencial por parte de la empresa con rapidez y fiabilidad en las entregas
Asociaciones de Logística (ARLOG, CEDOL, AECA, CEAC)	Reunir esfuerzos para afrontar el contexto económico del país	Compartir vocación profesional
Empleados y sus representantes	Trabajo estable con cierto grado de protagonismo y posibilidad de crecimiento dentro del ámbito empresarial	Crecimiento personal y organizacional. Compromiso por lograr cambios que conlleven a un mejor desempeño operacional

Proveedores	Pago de los productos o servicios provistos	Desarrollo de beneficio mutuo a largo plazo
Autoridades Públicas	Pago de impuestos y cumplimiento de normas	Transparencia en el mercado y albergar los intereses de los consumidores
Competencia	Equidad en la competencia dentro del mercado	Trabajo conjunto en la construcción de un mercado basado en la veracidad y transparencia

Tabla 7: Necesidades y expectativas de las partes interesadas. Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas con el personal de la empresa

Las necesidades y expectativas presentadas en la tabla anterior, permiten conocer la relación que la empresa posee con los actores que conforman a su entorno y lo que se espera de ella.

Entre otros puntos, se destacan las expectativas de la Junta Directiva referidas a un aumento de la productividad de la organización, así como las expectativas de los clientes que esperan una rapidez y fiabilidad en la entrega. Ambos aspectos, deben ser acompañados por un trabajo eficiente del almacén y respaldan la ejecución de los objetivos del trabajo.

5.2. Almacén

En este apartado se presenta los resultados del relevamiento de la distribución en planta actual del almacén, consignando el tipo de estructura y equipos de movimiento de materiales utilizados, los espacios, el inventario de productos y su localización. Posteriormente, se reconocen y estudian los procesos involucrados en cada sector junto con el flujo de materiales a través de los mismos.

5.2.1. Descripción del almacén

5.2.1.1 Equipos de almacenamiento y manipulación

Los pallets se encuentran organizados por almacenamiento en bloque, con un máximo de 2 niveles de altura (máximo de dos pallets apilados).

La imagen que se presenta en la figura 11, corresponde al almacén de la empresa DefiPet:



Figura 11: Imagen del almacén de la empresa. Fuente: DefiPet

Como se observa en la figura, los pallets de un mismo tipo de producto se pueden encontrar apilados. A nivel del suelo entran 114 pallets, por lo que la capacidad máxima de almacenamiento es de 228 pallets.

Se cuenta con una transpaleta manual utilizada principalmente para las tareas de picking o armado de pedidos, y una carretilla retráctil para el ingreso de mercadería y el apilamiento de pallets de hasta 2 niveles de altura.

5.2.1.2. Dimensiones y plano del almacén

El depósito cuenta con 500 metros cuadrados cubiertos: 50 metros de largo (LT) por 10 metros de ancho (AT) y 9 metros de altura (HT). Posee una zona de carga/descarga de 10 metros de ancho por 9 metros de largo y un pasillo a lo largo de todo el depósito de 4 metros de ancho.

En la figura 12 se presenta un plano del almacén donde se observan las dimensiones del mismo y sus distintas zonas:



Figura 12: Plano del almacén. Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la figura 12, los productos se encuentran ordenados físicamente según el proveedor. Se dispone de 7 zonas, cada una de ellas correspondiente con un proveedor distinto.

5.2.1.3. Registro de inventario

De un relevamiento inicial se obtiene que la empresa cuenta con 60 referencias o clase de productos. Dentro del centro de distribución, las bolsas se encuentran almacenadas en pallets.

Las dimensiones de los pallets que se utilizan corresponden a las del Isopallet, es decir, que poseen de 1000 mm de ancho por 1200 mm de largo. Su altura varía entre 1,5 y 1,7 metros de altura, y el peso máximo de un pallet asciende a 1000 kg.

En la tabla 8, se muestra la cantidad de unidades y de pallets que existe por cada una de las referencias. En anexo II se especifican las características de los artículos que se presentan en la tabla.

METRIVE S.A.		
ARTICULO	INVENTARIO	PALLETS
M1	1036 bolsas	13
M2	154 bolsas	4
M3	31 bolsas	1
M4	133 bolsas	3
M5	160 bolsas	2
M6	28 bolsas	1
M7	1008 bolsas	17
M8	405 bolsas	9
M9	209 bolsas	4
M10	19 bolsas	1
M11	45 bolsas	1

SUBTOTAL		56
VITALPET S.A.		
DESCRIPCION - ARTICULO	INVENTARIO	PALLETS
VP1	319 bolsas	4
VP2	51 bolsas	2
VP3	55 bolsas	1
VP4	194 bolsas	4
VP5	134 bolsas	3
VP6	86 bolsas	2
VP7	29 bolsas	1
VP8	28 bolsas	1
SUBTOTAL		18
PETFOODS SALADILLO S.A.		
DESCRIPCION - ARTICULO	INVENTARIO	PALLETS
P1	229 bolsas	5
P2	176 bolsas	4
P3	698 bolsas	14
P4	456 bolsas	10
P5	862 bolsas	18
P6	143 bolsas	3
P7	680 bolsas	12
SUBTOTAL		66
MASTERFOODS ARGENTINA LTDA.		
DESCRIPCION - ARTICULO	INVENTARIO	PALLETS
MF1	189 bolsas	3
MF2	169 bolsas	3
MF3	158 bolsas	2
MF4	40 bolsas	1
MF5	62 bolsas	2
MF6	53 bolsas	2
MF7	49 bolsas	1
MF8	26 bolsas	1
SUBTOTAL		15
EUKANUBA S.A.		
DESCRIPCION - ARTICULO	INVENTARIO	PALLETS
E1	19 bolsas	1
E2	20 bolsas	1
E3	14 bolsas	1
E4	19 bolsas	1
SUBTOTAL		4
ROYAL CANIN ARGENTINA S.A.		
DESCRIPCION - ARTICULO	INVENTARIO	PALLETS
R1	23 bolsas	1

R2	32 bolsas	1
R3	22 bolsas	1
R4	11 bolsas	1
R5	52 bolsas	1
R6	15 bolsas	1
R7	21 bolsas	1
R8	127 bolsas	3
R9	13 bolsas	1
SUBTOTAL		11
VITALCAN S.A.		
DESCRIPCION - ARTICULO	INVENTARIO	PALLETS
VC1	83 bolsas	2
VC2	24 bolsas	1
VC3	77 bolsas	2
VC4	18 bolsas	1
VC5	15 bolsas	1
VC6	89 bolsas	2
VC7	39 bolsas	1
VC8	67 bolsas	2
VC9	27 bolsas	1
VC10	18 bolsas	1
VC11	82 bolsas	2
VC12	17 bolsas	1
VC13	54 bolsas	1
SUBTOTAL		18
TOTAL	9112	188

Tabla 8: Cantidad de pallets por tipo de artículo.

Fuente: Elaboración propia

Como se desprende de la tabla anterior actualmente se almacenan 9112 bolsas en 188 pallets.

A partir de estos datos es posible calcular algunos de los indicadores que caracterizan al almacén: la utilización del espacio de almacenamiento, densidad de almacenamiento y el espacio ocupado por pasillos. De esta forma, de acuerdo a las ecuaciones 1-4 del punto 3.6:

$$SSU = \frac{188 \text{ pallets}}{228 \text{ pallets}} = 82.45\%$$

$$DA_{m\acute{a}xima} = \frac{228 \text{ pallets}}{410 \text{ m}^2} = 0,556 \left[\frac{\text{pallet}}{\text{m}^2} \right]$$

$$ASP_{Actual} = \frac{4\text{m} * 41\text{m}}{410\text{m}^2} * 100 = 40\%$$

De estos resultados, se observa que, considerando la capacidad máxima del almacén -228 pallets-, la ocupación actual es de 82,45%. Asimismo, la densidad máxima es de 0,556 pallet/m² y el 40% de la superficie total está destinada a pasillos.

5.2.1.4 Localización de ítems

Respecto de la localización de ítems, en la figura 13 y 14 se ilustra la distribución que tienen los mismos dentro del almacén. Cabe destacarse que cada cuadrado representa una ubicación de pallets dentro del almacén y que aquellos cuadrados que presentan dos códigos significan que poseen dos niveles de altura.

REFERENCIAS:



Figura 13: Referencias de localización de ítems.

Fuente: Elaboración propia

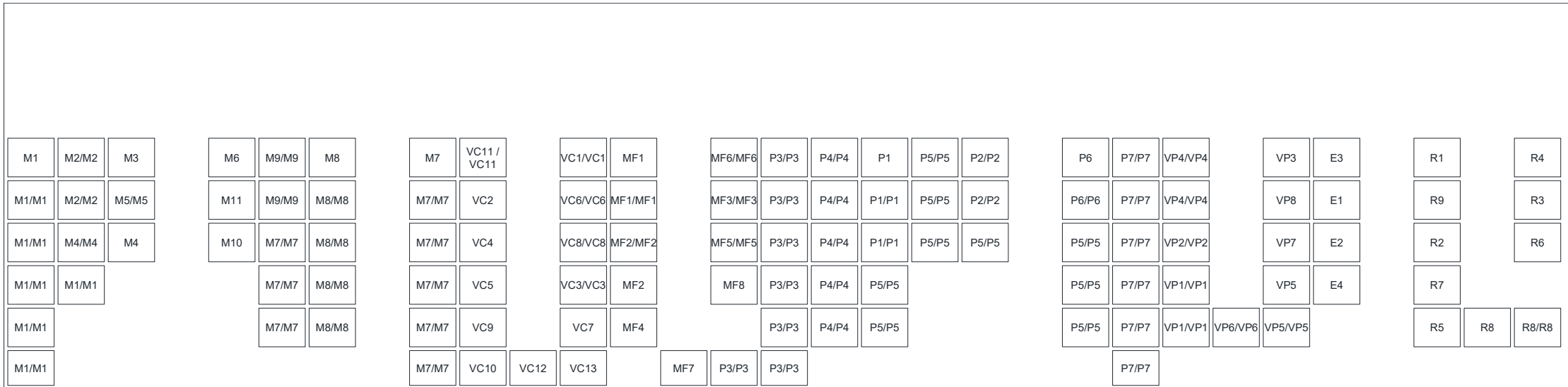


Figura 14: Plano con localización de ítems. Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Los procesos en el almacén

5.2.2.1 Mapeo de procesos

Para iniciar el relevamiento de los flujos y procesos que se desarrollan dentro del almacén es importante tener un paneo general de toda la empresa. Para ello, se utiliza la herramienta de mapeo de procesos que permite identificar los principales procesos estratégicos, operativos y de soporte, y la relación existente entre ellos (figura 15).

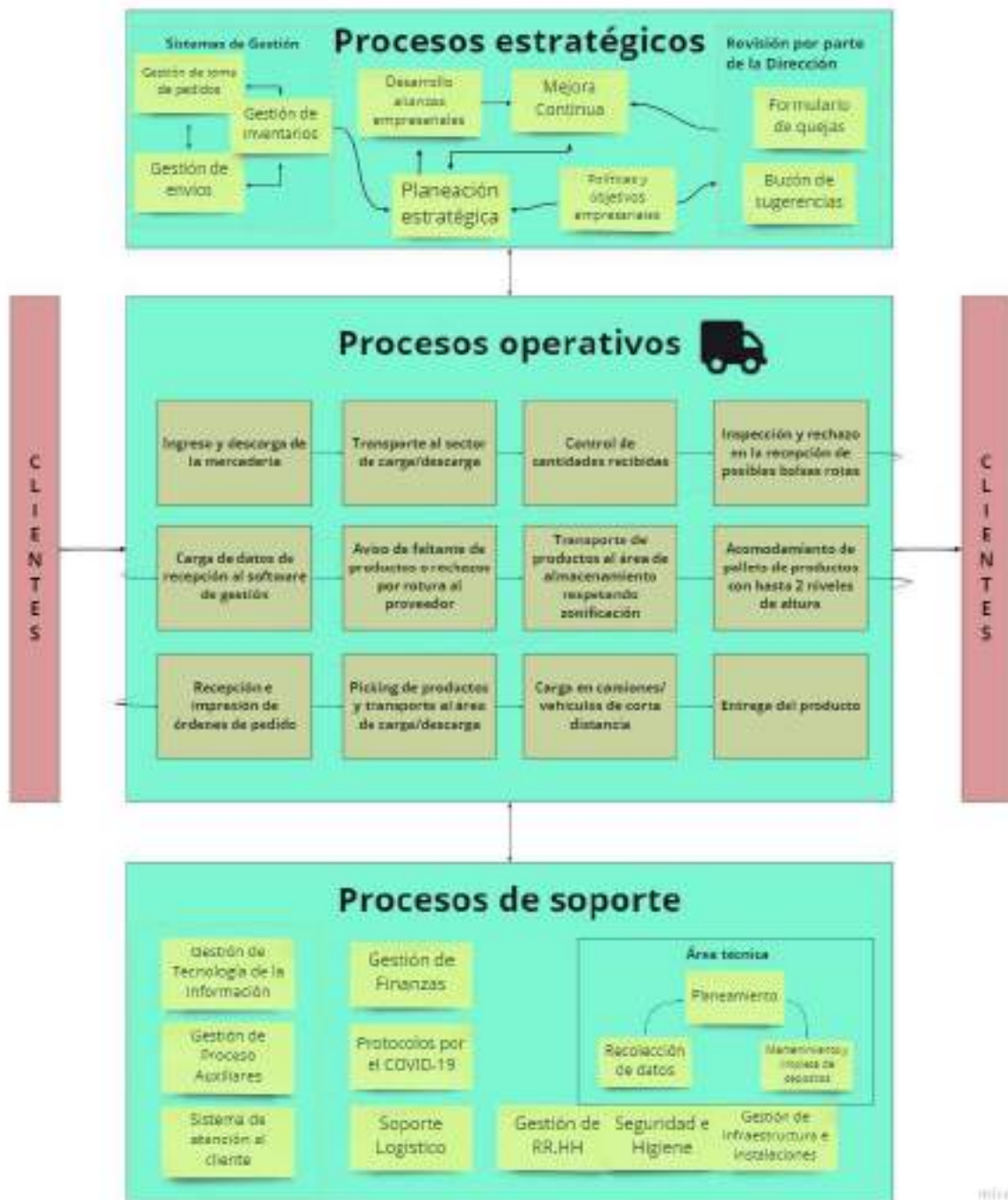


Figura 15: Mapeo de procesos. Fuente: Elaboración propia

De esta manera y a través de la visión global que entrega el mapeo de procesos, se puede identificar el desarrollo de 4 procesos operativos principales dentro del almacén y la relación de correlatividad existente entre ellos (figura 16):

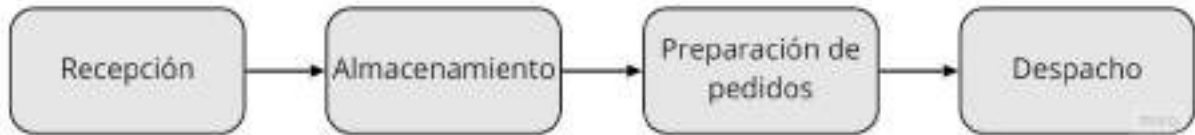


Figura 16: Procesos principales del almacén. Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 Gráfica de función tiempo – plano de servicio

En la figura 17 se muestran las actividades y la dirección del flujo del tiempo comprendido desde el envío de la orden de pedido por parte del cliente hasta el transporte y la entrega del mismo:

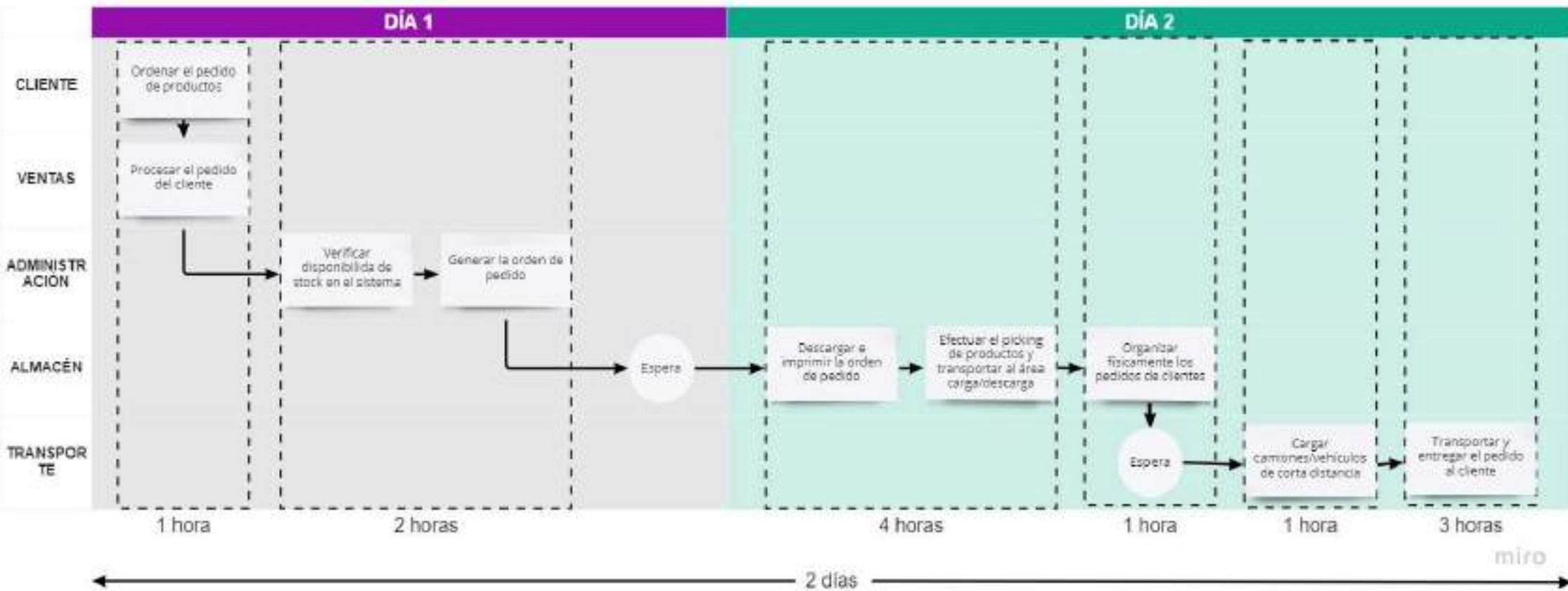


Figura 17: Gráfica de función tiempo-plano de servicio para el proceso de recepción, armado y entrega de pedidos. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura anterior, el proceso se inicia con la recepción y procesamiento del pedido del cliente, pasa por una verificación de disponibilidad de stock y llega al almacén donde se realiza el picking del producto. Luego se efectúa la carga en el camión y se realiza el transporte y entrega del pedido.

Asimismo, se desprende que el área administrativa cumple un rol primordial tanto en el contacto interno con las áreas que componen a la organización, así como con los clientes externos. Destacándose la toma de decisiones y la comunicación de los resultados al área o parte pertinente.

5.2.2.3. Cursograma analítico y diagrama de flujo del material

El cursograma analítico muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todas las operaciones, inspecciones, transportes, almacenamientos y esperas por las que pasa.

En la figura 18 se presenta el cursograma analítico del producto y en la figura 19 su diagrama de recorrido asociado.

Referencias:



Cursograma analítico		Material				
Diagrama núm. 1		Resumen				
Objeto:		Actividad	○	Cantidad		
Pallets de bolsones de alimento		Operación	○	4		
Actividad:		Transporte	→	4		
Recepción y almacenamiento de productos. Armado y entrega de pedidos		Inspección	□	1		
Método: Actual		Espera	⬠	1		
Lugar: Almacén del centro de distribución		Almacenamiento	▽	1		
Ficha núm: 1283		Total		11		
Aprobado por:						
Descripción	Símbolo					Observaciones
	○	→	□	⬠	▽	
Descarga de pallets del camión	x					Con carretilla retráctil
Ingreso de pallets con mercadería al almacén		x				Con carretilla retráctil
Espera mientras se completa la descarga del camión				x		
Control visual de pallets			x			
Transporte de pallets a la zona del depósito que le corresponda		x				Con carretilla retráctil
Almacenaje de pallets con mercadería en el depósito					x	Con carretilla retráctil
Picking de bolsas según pedido del cliente	x					
Transporte de bolsas desde el depósito hasta la zona carga/descarga		x				Con transpaleta manual
Carga de bolsas en el furgón/utilitarios	x					
Salida del furgón/utilitario hacia los locales de los clientes		x				
Entrega de mercadería al cliente	x					
Total	4	4	1	1	1	

Figura 18: Cursograma analítico. Fuente: Elaboración propia

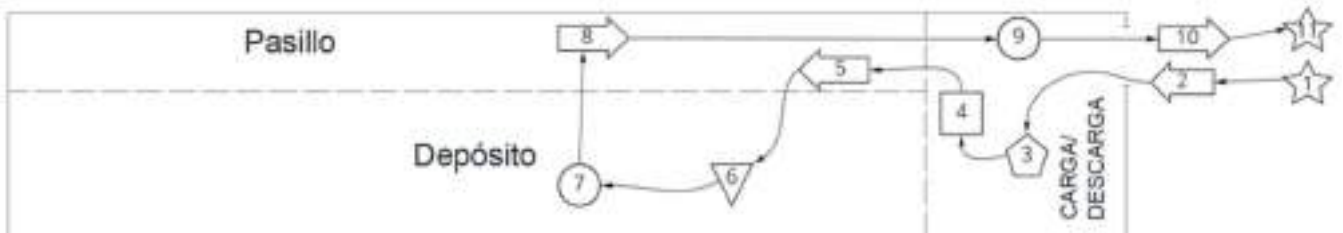


Figura 19: Diagrama de recorrido. Fuente: Elaboración propia

Del total de las 11 tareas que se han identificado, 4 de ellas ocurren en la zona de almacenamiento, 5 en la zona de carga/descarga y 2 de ellas fuera de las instalaciones de la empresa.

5.2.2.4. Análisis de los procesos principales

Mediante el uso de diagramas de flujo, se estudian en profundidad los cuatros procesos principales que se desarrollan en el almacén: recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y despacho.

5.2.2.4. i) Recepción

El primer proceso a analizar, es el proceso de recepción de productos. El mismo se inicia con la programación de la llegada del camión y finaliza con la espera de almacenamiento (figura 20):

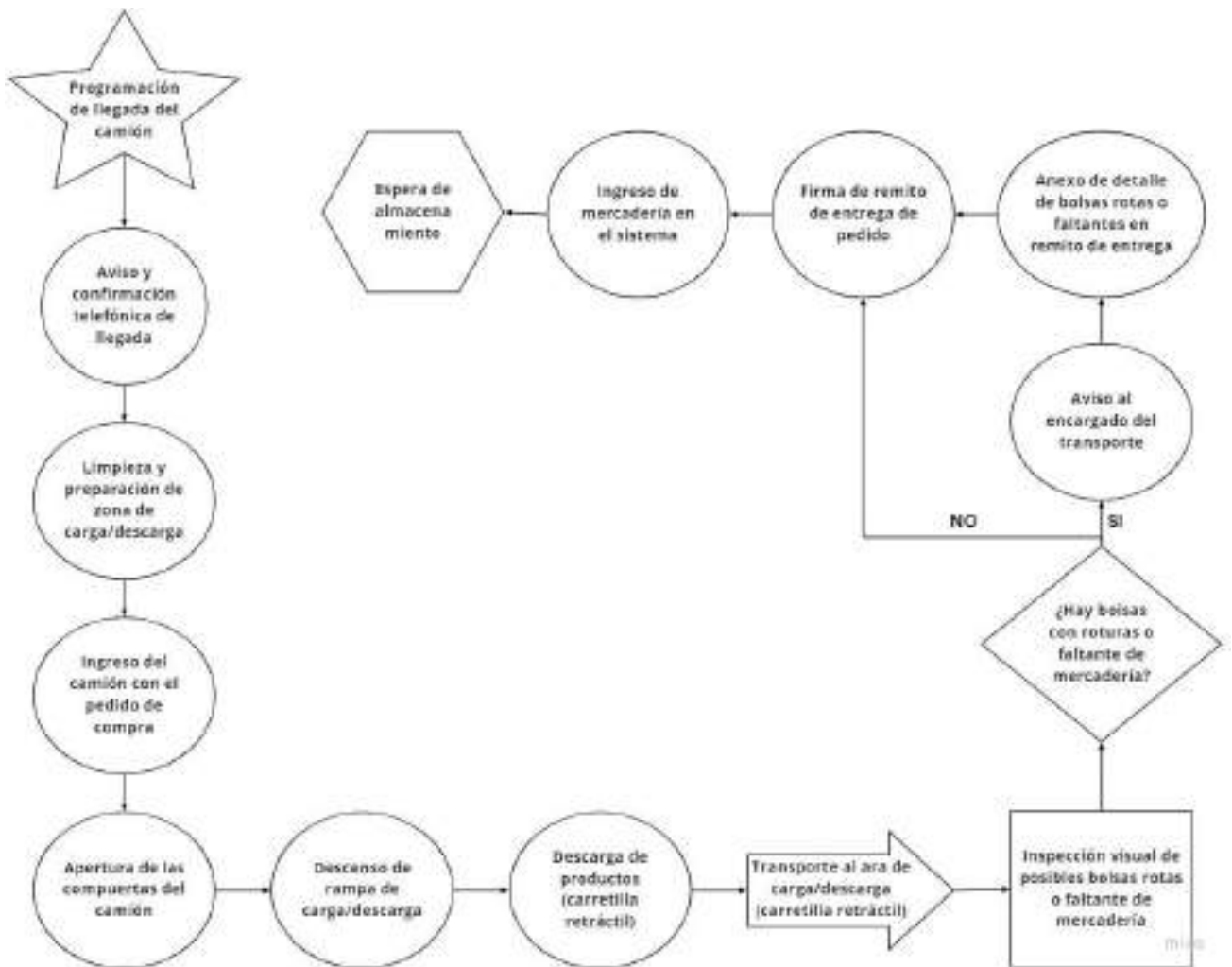


Figura 20: Diagrama de flujo proceso de recepción. Fuente: Elaboración propia

De la figura 20, se desprende que el trabajo conjunto y la comunicación con el proveedor es un factor fundamental para el desarrollo eficaz del proceso de recepción tanto en la coordinación de la llegada del camión, así como en la confirmación del arribo.

5.2.2.4. ii) Almacenamiento

El proceso inicia con la impresión de un detalle y finaliza con el registro de la operación realizada en el sistema (figura 21):

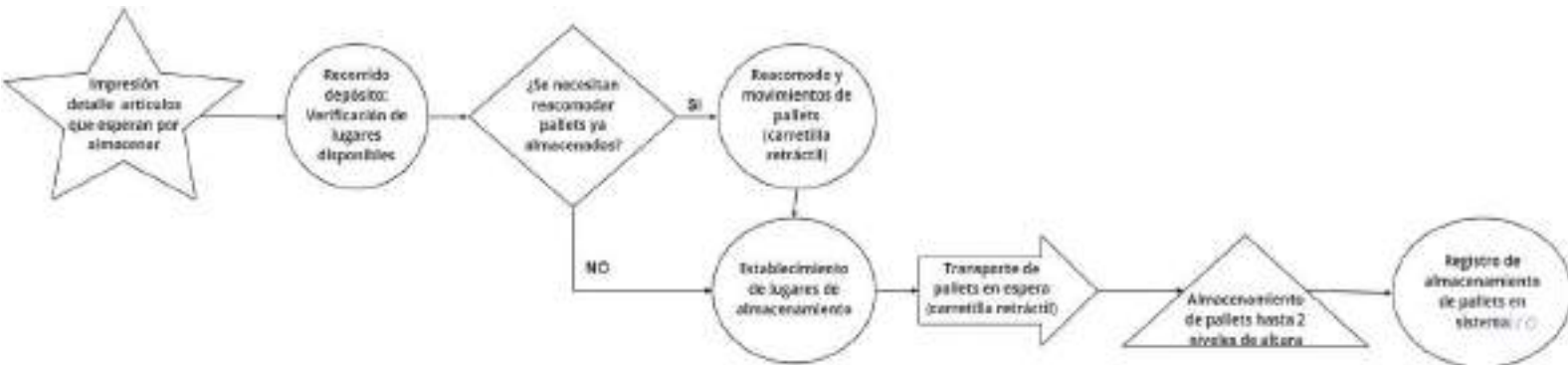


Figura 21: Diagrama de flujo proceso de almacenamiento. Fuente: Elaboración propia

Se observa que el proceso comprende tanto el transporte de los pallets en espera, así como el movimiento y reacomodo de pallets almacenados en caso de ser necesario.

5.2.2.4. iii) Preparación de pedidos

El proceso de preparación de pedidos se inicia con la impresión del detalle de bolsas por familia de producto y finaliza con la espera de transporte. En la figura 22 se presenta el correspondiente diagrama de flujo:

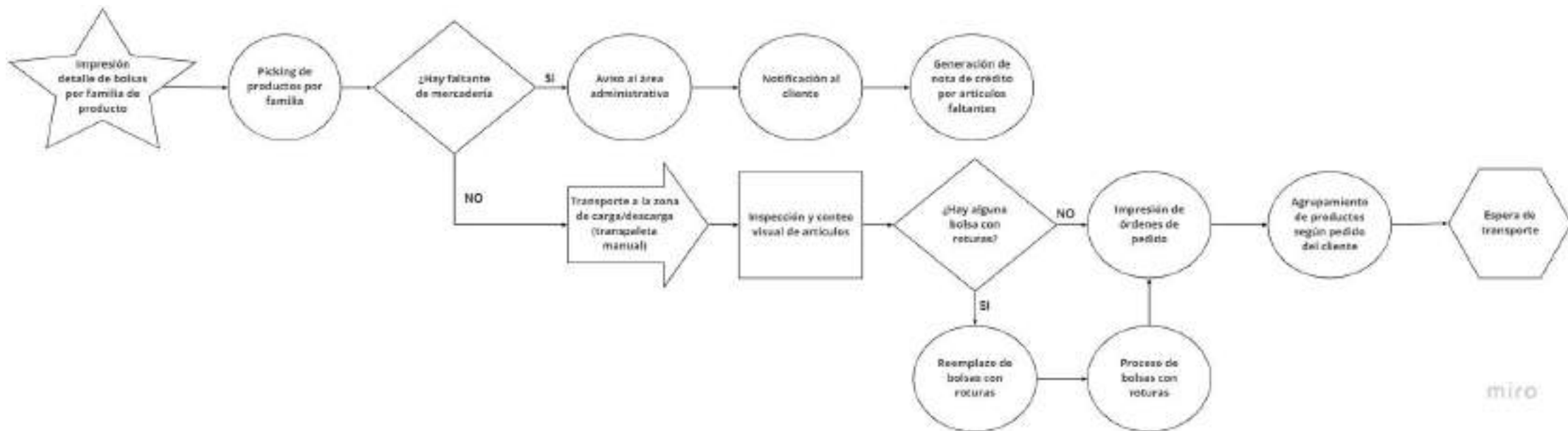


Figura 22: Diagrama de flujo proceso de preparación de pedidos.

Fuente: Elaboración propia

Dentro del diagrama de flujo se observa la existencia de un proceso anidado llamado como “proceso de bolsas con roturas”. Este proceso comprende la identificación, procesamiento y -en caso de ser posible- reparación de bolsas con roturas. Más adelante se profundiza acerca de este aspecto.

Por otra parte, para la preparación de pedidos, utilizan lo que se denomina almacén de día. El proceso inicia con la impresión de un “detalle de bolsas por familia de productos”. Este detalle incluye todas las bolsas necesarias para armar los pedidos del día, pero agrupadas según familia de productos. Seguidamente, se presenta el detalle a modo de ejemplo (tabla 9):

Detalle de bolsas por familia de productos	
Numero: 00000976	
Fecha: 17/02/2022	
Cantidad	Detalle
26	M1
12	M2
3	M5
3	M6
48	M7
30	M8
10	M9
10	M10
19	VP1
10	VP2
1	VP3
15	VP4
5	VP5
5	VP6
1	E1
1	E4
2	R3
1	R4
5	R8
5	R9
7	P3
7	P4
15	P5
10	P7
5	MF1
5	MF2
5	MF5
5	MF6
10	VC1
6	VC3
4	VC6

Tabla 9: Detalle de bolsas por familia de productos.

Fuente: Elaboración propia en base a DefiPet

El operario recolecta todas las bolsas necesarias para los pedidos del día en la menor cantidad de viajes/transportes posibles. Una vez que posee las bolsas del día en la zona de carga/descarga, agrupa y divide las bolsas según los pedidos de los clientes.

5.2.2.4. iv) Transporte

Finalmente, se presenta el proceso de transporte que inicia con el ingreso de los vehículos de corta/media distancia y finaliza con el envío de la documentación firmada por el cliente al área administrativa de la empresa (Figura 23):

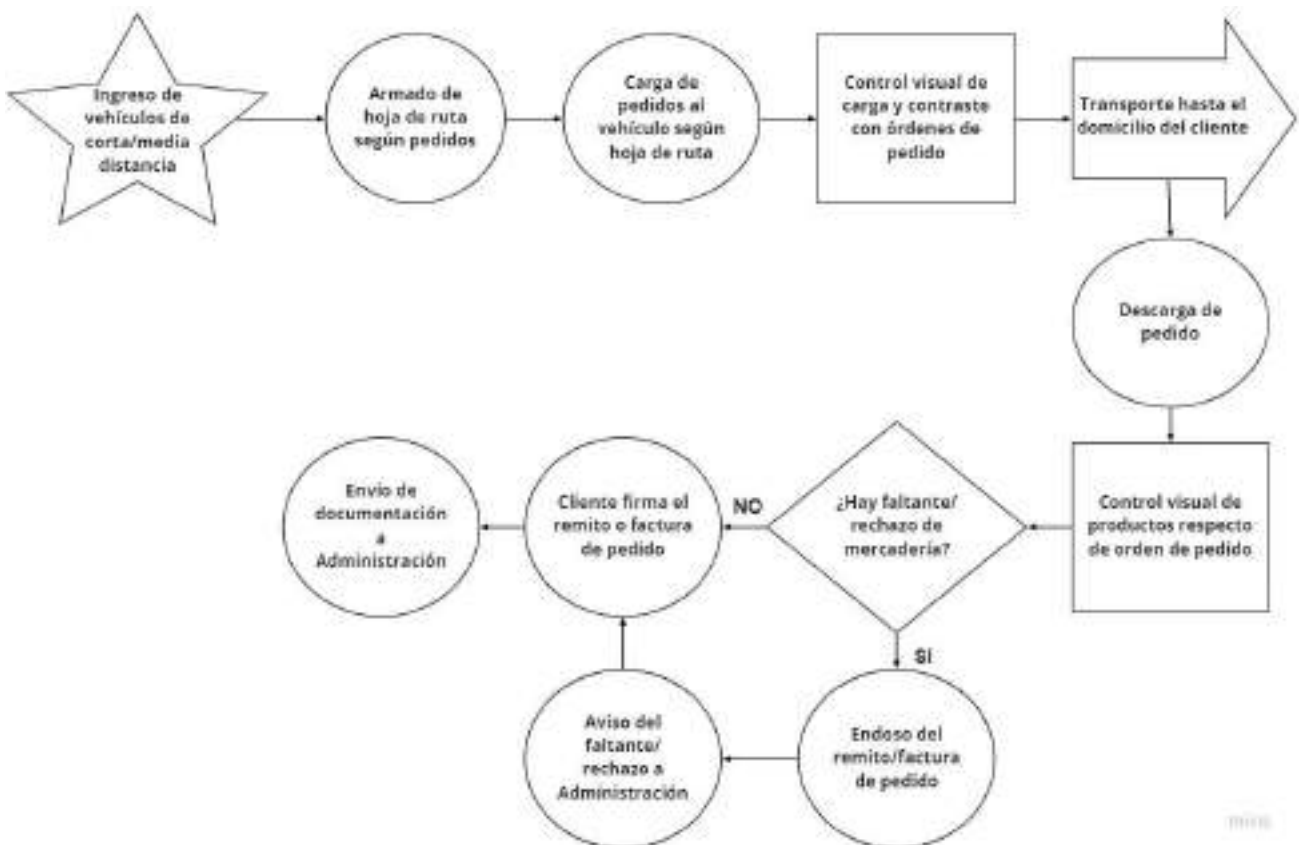


Figura 23: Diagrama de flujo proceso de transporte. Fuente: Elaboración propia

Al cargarse los productos al vehículo de transporte, se ordenan de modo tal que los pedidos de los primeros clientes a visitar queden más cercanos a la puerta de acceso al camión.

5.2.2.5 Proceso de bolsas con roturas

En la construcción del diagrama de flujos para el proceso de preparación de pedidos se identifica la existencia de un proceso anidado llamado como “proceso de bolsas con roturas”. A raíz de ello, se analiza la pérdida de mercadería (productos que figuran en el

sistema de información pero que no están en las estanterías) dado que aparece como uno de los principales inconvenientes de las operaciones de la organización.

5.2.2.5. i) Análisis de pérdida de mercadería

Con el objetivo de analizar la pérdida de mercadería se confecciona una hoja de control. En este caso, se exhiben distintos problemas e inconvenientes tales como: pérdidas por rotura de bolsas, productos vencidos, pérdidas por rotura de stock, por mal estado de conservación u otros tipos de pérdidas (figura 24).

EMPRESA		FRECUECIA															
FECHA DE INICIO		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	TOTAL
LONCO CLASRL																	
dd/mm/aaaa																	
dd/mm/aaaa																	
INSPECTOR/A																	
Rotura de bolsas																	
Exceso en la fecha de vencimiento																	
Faltante de mercadería																	
Mal estado de conservación																	
Otros tipos de pérdidas																	
TOTAL																	

Figura 24: Hoja de control para el registro de pérdida de mercadería.

Fuente: Elaboración propia

Luego de instruir al personal acerca del uso de la hoja de control y las ventajas asociadas a la misma, se registran los inconvenientes que acaecen a lo largo de 15 días. Los datos obtenidos se presentan en una tabla de resumen que muestra la cantidad de sucesos ocurridos en cada categoría y sus porcentajes respecto del total de ocurrencias (tabla 10).

TIPO DE DEFECTO	CANTIDAD DE SUCESOS	
	OCURRIDOS	PORCENTAJE DEL TOTAL
Rotura de bolsas	187	65%
Exceso en la fecha de vencimiento	7	2%
Faltante de mercadería	93	32%
Mal estado de conservación	0	0%
Otros tipos de pérdidas	2	1%
TOTAL	289	100%

Tabla 10: Resumen de eventos ocurridos. Fuente: Elaboración propia

Se construye un diagrama de Pareto a partir de los resultados de la tabla 10. El mismo permite ordenar de forma gráfica cuáles son los problemas que ocurren con mayor frecuencia y que según la regla 80-20 son más significativos (figura 25).

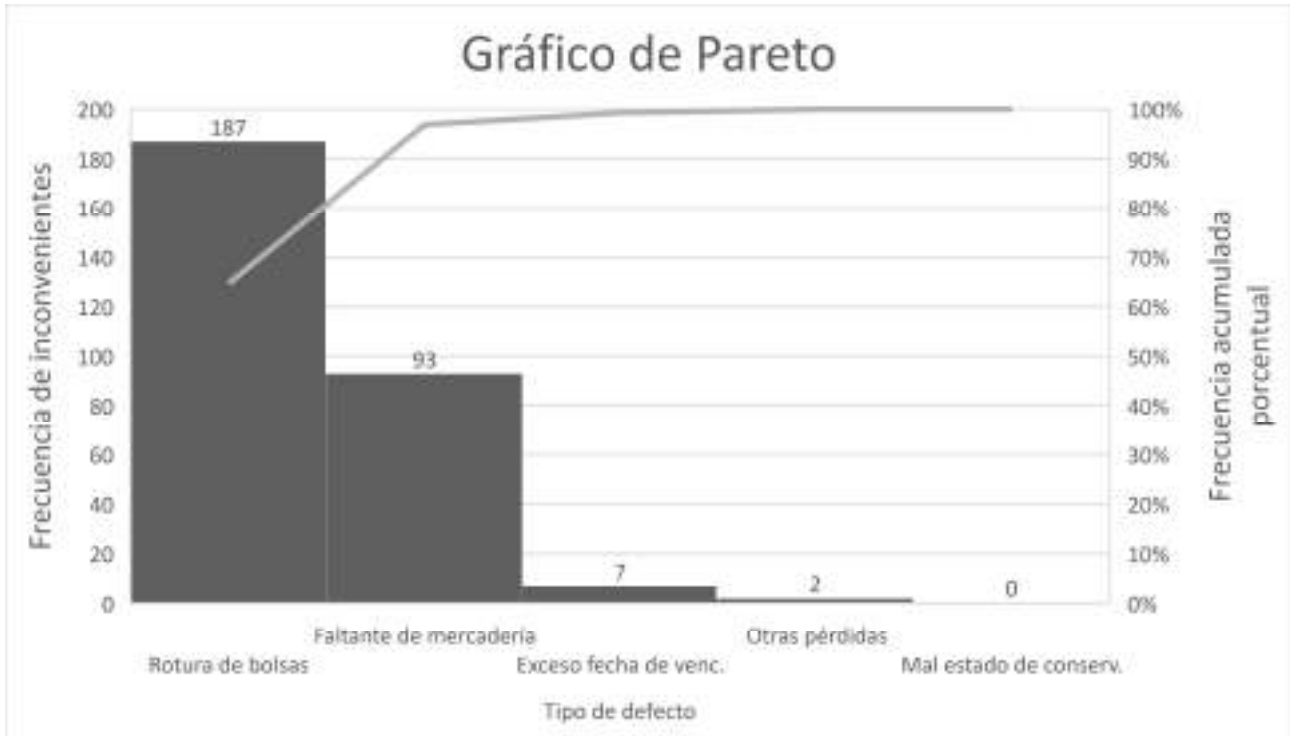


Figura 25: Gráfico de Pareto con frecuencia de eventos. Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que más del 80% de la pérdida de productos es atribuible a la rotura de bolsas y, en menor medida, al faltante de mercadería o quiebre de stock. Se realiza un análisis de este proceso a continuación.

5.2.2.5. ii) Causas principales de bolsas con roturas

En busca de disminuir la rotura de bolsas y consigo la problemática de pérdida de mercadería, es necesario identificar las causas raíces que producen esta clase de eventos y tomar medidas para eliminarlas.

Para ello se desarrolla un diagrama de causa-efecto o también conocido como espina de pescado. Las principales categorías analizadas en el diagrama son: la maquinaria o equipos, los materiales, la mano de obra, los métodos que influyen en el proceso de picking, y el ambiente. Desde ellas, luego se desprenden distintos niveles y subniveles fundamentados en el pensamiento: ¿Por qué?-¿Por qué?.

En su construcción se realiza una tormenta de ideas con los integrantes del área de administración, depósito y distribución de la empresa. Mediante ella, surgen los distintos tipos de causas que se presentan a continuación (figura 26):

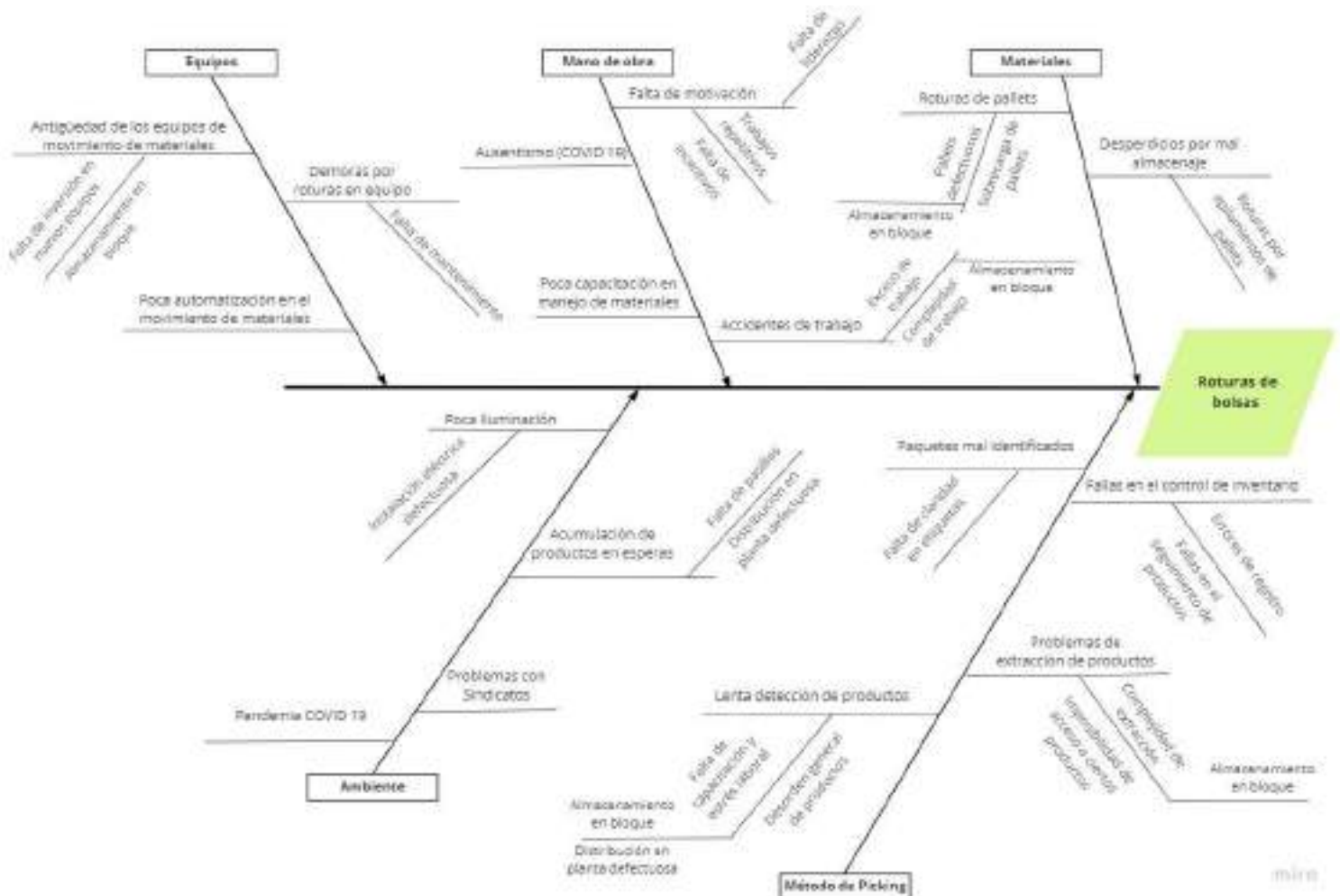


Figura 26: Espina de pescado para el evento “rotura de bolsas”. Fuente: Elaboración propia en base a información de las partes interesadas

Se examinan los aspectos planteados en el diagrama de causa-efecto bajo una matriz de criterios de ponderación de causas. Esta herramienta permite determinar cuál es el motivo principal del problema bajo criterios de evaluación que resultan de interés y que pueden afectar al desempeño de la empresa. El esclarecimiento de la causalidad permite definir el problema que es necesario resolver; permite conocer el problema real.

En este caso se adoptan como criterios de evaluación a: los retrasos, desperdicios, errores, la calidad del servicio y la rotación del personal. A cada uno de ellos se les asigna un peso que varía del 1 al 5 según su repercusión e importancia en el desempeño organizacional, siendo 5 un criterio muy importante y 1 un criterio que carece de importancia. Asimismo, a

cada causa se la califica con un valor de 1 a 5 para evaluar cómo afecta a los criterios mencionados anteriormente, siendo 1 sin influencia y 5 fuertemente influyente (tabla 11).

POSIIBLES CAUSAS RAÍCES	Retrasos		Desperdicios		Errores		Calidad del servicio		Rotación del personal		TOTAL
	Peso	Calificación	Peso	Calificación	Peso	Calificación	Peso	Calificación	Peso	Calificación	
1. Falta de inversión en nuevos equipos	5	3	4	3	4	3	2	4	2	2	51
2. Almacenamiento en bloque	5	5	4	4	4	4	2	3	2	3	69
3. Poca automatización en el movimiento de materiales	5	4	4	2	4	4	2	2	2	2	52
4. Falta de mantenimiento en los equipos	5	3	4	1	4	3	2	3	2	2	41
5. Falta de incentivos al personal y liderazgo	5	2	4	2	4	5	2	4	2	5	56
6. Ausencia de pasillos	5	5	4	3	4	4	2	3	2	2	63
7. Trabajos repetitivos	5	3	4	2	4	5	2	2	2	5	57
8. Poca capacitación en manejo de materiales	5	3	4	4	4	4	2	3	2	2	57
9. Pallets defectuosos	5	2	4	4	4	3	2	5	2	1	50
10. Problemas con sindicatos	5	3	4	1	4	4	2	2	2	4	47
11. Pandemia COVID 19	5	3	4	2	4	3	2	1	2	4	45
12. Falta de claridad en etiquetas	5	4	4	2	4	5	2	4	2	1	58
13. Fallos en el seguimiento de productos	5	2	4	3	4	5	2	4	2	1	52
14. Errores de registro	5	3	4	3	4	5	2	3	2	1	55

Tabla 11: Matriz de ponderación de causas. Fuente: Elaboración propia

Como conclusión de esta matriz se detecta que el almacenamiento en bloque seguido por la ausencia de pasillos producto de una distribución en planta defectuosa, son las principales causas a la hora de generar roturas de bolsas y problemas en el desempeño del almacén. De este modo y como resultado del estudio de procesos, se respalda el diseño de una nueva distribución en planta, planteado en el objetivo de este trabajo, buscando resolver también las problemáticas operativas antes mencionadas.

5.3. Propuestas de mejora

A partir del relevamiento realizado y considerando los objetivos del trabajo, se proponen mejoras orientadas a la estructura del almacén y a la localización de los productos. Estas mejoras se verifican a través de la simulación del proceso de picking.

Se plantean dos nuevos diseños de almacenes: uno de ellos basado en un almacenamiento mediante estanterías selectivas y otro haciendo uso de estanterías penetrables.

Respecto de la localización de los productos, se utiliza el principio ABC para la asignación de lugares a las referencias.

5.3.1. Distribución en planta con estanterías selectivas

Como se mencionó en el marco teórico, la distribución en planta con estanterías selectivas permite el acceso directo y unitario a cada pallet.

En las estanterías selectivas, por lo general, se sugiere la manipulación del pallet por el lado A, tal como se indica en figura 27.



Figura 27: Manipulación de pallet estantería selectiva.

Fuente: Mecalux (2020 c.)

Los módulos de las estanterías pueden estar formados por 1, 2 ó hasta 3 pallets, tal como se presenta a continuación en la figura 28:

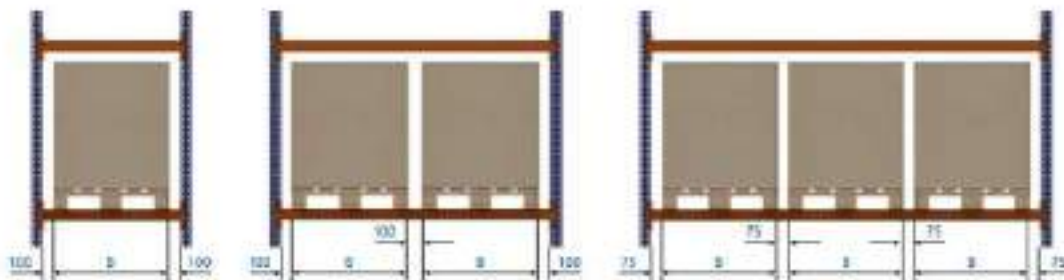


Figura 28: Módulos de almacenamiento estantería selectiva. Fuente: Mecalux (2020 c.)

En base al catálogo de Mecalux (2020 c.) y según la metodología propuesta en la sección 3.7 se procede a diseñar una nueva distribución en planta utilizando estanterías selectivas.

Paso 1: Cálculo de dimensiones de módulo de almacenamiento

En la figura 29, se presentan las dimensiones de los largueros y ancho de puntal, sugeridos por Mecalux (2020 c.):

Medidas del larguero			Larguero
Δ	B		
800	1.200	1.600	
1.000	1.200	2.300	
1.200	1.200	2.700	
800	1.200	2.700	
1.000	1.200	3.300	
1.200	1.200	3.900	

Figura 29: Dimensiones de los largueros y ancho de puntal.

Fuente: Mecalux (2020 c.)

Para el desarrollo de este trabajo se decide utilizar una disposición a través de módulos dobles, por lo que la medida del larguero es de 2300 mm. A esta medida se le debe agregar la dimensión del ancho del puntal, que de acuerdo a la misma figura es de 101mm. La longitud total del módulo L_m , es (ecuación 8):

$$L_{m(se)} = 2,3m + 0,101m = 2,401m \quad (8)$$

La profundidad, considerando que el pallet se manipula por el lado angosto se obtiene acuerdo a la figura 30:



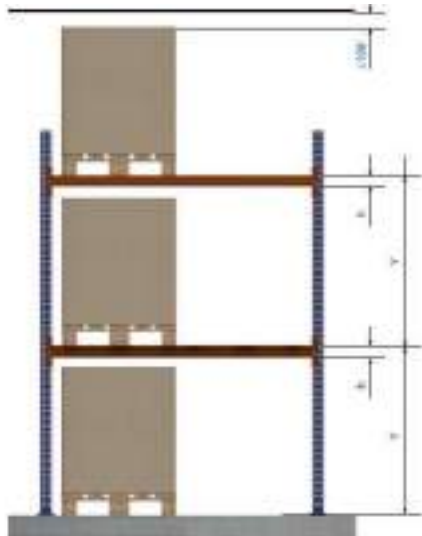
Figura 30: Profundidad de bastidor.

Fuente: Mecalux (2020 c.)

De esta forma, la profundidad del bastidor es de 1m. No obstante, se debe considerar que el pallet debe sobresalir 0.1m de ambos lados del bastidor, para un mejor apoyo de los mismos por lo que la profundidad total del módulo P_m , es (ecuación 9):

$$P_{m(se)} = 1m + 0,1m + 0,1m = 1,2 m \quad (9)$$

Para determinar la altura de la estantería debe considerarse la altura del pallet con carga incluida, la altura del larguero y la holgura requerida para la manipulación, de acuerdo a lo indicado en la figura 31.



$$Y_{\text{módulo}} = \text{altura de nivel a nivel}$$

$$Y_m = \text{altura de pallet con carga} + \text{altura del larguero}(AL) + \text{holgura}(h)$$

Figura 31: Dimensiones para altura de estantería selectiva. Fuente: Mecalux (2020 c.)

La altura del larguero se obtiene a partir de los datos de la figura 32, tomando como referencia una carga de 1tn.

Largueros TB
Se caracterizan por estar formados por un solo tubo perfilado y soldados a dos grapas o conectores.

Modelo TB	Altura (A)	Anchura (B)
TB 60	60	50
TB 80	80	50
TB 100	100	50
TB 120	120	50
TB 130	130	50

Cotas en mm



Figura 32: Altura del larguero.

Fuente: Mecalux (2020 c.)

Es así como se tiene una altura del larguero de 100mm (0,1m) y una holgura de 250mm (0,25m). Asimismo, en el apartado de relevamiento del almacén se mencionó que los pallets con carga pueden tener como máximo 1,7m de altura. Por lo que la altura de nivel a nivel queda de la siguiente manera (ecuación 10):

$$Y_{m(se)} = 1,7m + 0,1m + 0,25m = 2,05m \quad (10)$$

En la tabla 12, se presentan a modo de resumen, las dimensiones finales del módulo que se utiliza para el cálculo de la capacidad del almacén:

Módulo de 2 pallets	
Longitud $Lm_{(se)}$	2,401 m
Profundidad $Pm_{(se)}$	1,2 m
Altura entre estanterías $Ym_{(se)}$	2,05 m

Tabla 12: Dimensiones módulo de 2 pallets.

Fuente: Mecalux (2020 c.)

PASO 2: Cálculo de la cantidad de módulos en el largo

Para el cálculo de la cantidad de módulos que es posible alojar en el almacén es necesario tener en cuenta que las estanterías deben tener una separación respecto de las paredes de 0,1m en el sentido longitudinal y de 0,15 m en el sentido transversal. En consecuencia, las dimensiones efectivas del espacio disponible en el almacén son (ecuaciones 11, 12):

$$\text{Longitud zona de almacenamiento efectiva } (L_{ZAe}) = 41m - 0,15m = 40,85m \quad (11)$$

$$\text{Ancho zona de almacenamiento efectiva } (A_{ZAe}) = 10m - 0,1m \times 2 = 9,8m \quad (12)$$

Conociendo la longitud del módulo de 2 pallets y la longitud efectiva de la zona de almacenamiento, es posible calcular la cantidad máxima de módulos que se puede disponer en el almacén (ecuación 13).

$$\text{Cantidad de módulos a lo largo} = \frac{L_{ZAe}}{L_m} = 17,013 \approx 17 \text{ módulos dobles} \quad (13)$$

De esta manera, cada estantería se puede componer de 17 módulos dobles a lo largo del almacén.

PASO 3: Cálculo de la cantidad de pisos de la estantería

Para el cálculo de la cantidad de pisos de la estantería, se considera la altura del módulo (Y_m) y la altura del techo del almacén (ecuación 14):

$$\text{Cantidad de pisos en estantería} = \frac{H_{ZA}}{Y_m} = \frac{9m}{2,05m} = 4,39 \approx 4 \text{ pisos} \quad (14)$$

Del cálculo anterior se desprende que las estanterías seleccionadas pueden tener hasta 4 pisos de altura.

PASO 4: Selección del equipo de movimiento de materiales

Para la selección del equipo de movimiento de materiales se recurre al catálogo de Linde® (2017 b.) y se establecen los siguientes requerimientos (ecuación 15):

$$\text{Alcanzar al menos} = 3 \times Ym = 6,15 \text{ m (15)}$$

$$\text{Cargar al menos } 1000K$$

En la tabla 13 se presenta el catálogo de carretillas retráctiles con sus características técnicas.

Modelo	Capacidad de carga / carga	Elevar	Velocidad de desplazamiento con / sin carga	Ancho de pasillo con pallet 1000 x 1200 a lo largo de horquillas
R14X	1,4 (t)	5655 (milímetro)	14 / 14 km/h	2756 (milímetro)
R14X HL	1,4 (t)	12755 (milímetro)	14 / 14 km/h	3127 (milímetro)
R14X alto	1,4 (t)	6955 (milímetro)	14 / 14 km/h	2756 (milímetro)
R16X	1,6 (t)	7555 (milímetro)	14 / 14 km/h	2761 (milímetro)
R17X	1,7 (t)	7855 (milímetro)	14 / 14 km/h	2977 (milímetro)
R17X HD	1,7 (t)	10655 (milímetro)	14 / 14 km/h	2977 (milímetro)

Tabla 13: Características técnicas carretillas retráctiles. Fuente: Linde® (2017 b.)

Del mismo se desprende que el modelo R14X alto, se adapta a los requerimientos previos.

PASO 5: Cálculo de cantidad de módulos en el ancho

Una vez seleccionado el equipo de movimiento de materiales queda determinado el ancho de pasillo requerido. Para el modelo R14X alto se requieren pasillos de 2.756 mm de ancho.

Por lo tanto, como una primera aproximación se pueden calcular la cantidad de estanterías junto a sus respectivos pasillos, que entran en el ancho del almacén (ecuación 16):

$$\text{Cantidad de estanterías} = \frac{A_{ZAe}}{P_m + 2.756} = \frac{9,8m}{1,2 + 2.756} = 2,47 \approx 2 \quad (16)$$

El resultado indica que entran dos calles de estanterías con sus pasillos correspondientes. Las mismas ocupan $2 \times (1,2 + 2,756)m = 7,912 m$ a lo ancho.

Dado que el ancho efectivo de almacenamiento es de 9,8 m, existen $(9,8 - 7,912) = 1,88 m$ que pueden ser aprovechados. Es así como se decide incorporar otra calle de 1,2 m y aumentar el ancho de pasillo a una medida de 3,1 m.

PASO 6: Esquema de almacén con estanterías selectivas

Con los datos de las secciones previas, en la figura 33 se manifiesta el plano de distribución propuesto:

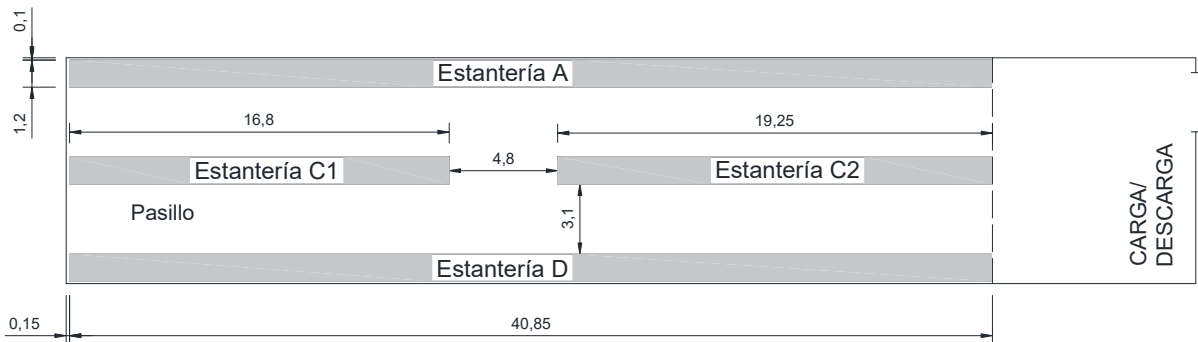


Figura 33: Distribución del almacén propuesta con estanterías selectivas. Fuente:

Elaboración propia

De la figura anterior, es necesario aclarar que la calle del medio (C) cumple la función de permitir la conexión entre los dos pasillos en forma más directa. Para ello se quitaron dos módulos dobles de 2,401 m.

PASO 7: Capacidad del almacén con estanterías selectivas

A continuación, se calcula la capacidad de cada calle y consigo la capacidad total del almacén (tabla 14):

Estantería	Módulos dobles	Pallets
A	17	34
C1	7	14
C2	8	16
D	17	34
Capacidad de piso	49	98
Capacidad total (n=4)	196	392

Tabla 14: Capacidad del almacén con estanterías selectivas.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se desprende que mediante el uso de estanterías selectivas la capacidad del almacén asciende a 392 pallets. Asimismo, los indicadores de desempeño del almacén definidos en las ecuaciones 1-4 del punto 3.6:

$$DA_{(se)} = \frac{392 \text{ pallets}}{410 \text{ m}^2} = 0,956 \left[\frac{\text{pallet}}{\text{m}^2} \right]$$

$$ASP_{(se)} = \frac{3,1\text{m} \times 41\text{m} \times 2 + 1,2\text{m} \times 4,8\text{m}}{410\text{m}^2} \times 100 = 63\%$$

5.3.2. Distribución en planta con estanterías penetrables

La distribución en planta con estanterías penetrables facilita la máxima utilización del espacio disponible, tanto en superficie como en altura. Todos los niveles de cada calle deben alojar la misma referencia, por lo que resulta una buena solución para almacenar productos homogéneos con gran cantidad de pallets por referencia.

En las estanterías penetrables, a diferencia de las selectivas, se sugiere la manipulación del pallet por el lado B. Es decir, en sentido perpendicular a sus patines inferiores tal como se indica en figura 34.



Figura 34: Manipulación de pallet estantería penetrable.

Fuente: Mecalux (2020 b.)

De esta forma, la carretilla deposita el pallet asentando los patines inferiores en los carriles de apoyo de la estantería penetrable.

En base al catálogo de Mecalux (2020 b.) y siguiendo la misma metodología que para el caso de las selectivas, se procede a diseñar una nueva distribución en planta utilizando estanterías penetrables.

PASO 1: Cálculo de dimensiones de módulo de almacenamiento

A diferencia de lo que ocurría en las estanterías selectivas, en las estanterías penetrables los módulos de almacenamiento pueden estar formados únicamente por un pallet en cada posición.

Al circular las carretillas por el interior de las calles de almacenamiento es necesario calcular los márgenes necesarios para que puedan trabajar con seguridad. En este marco, Mecalux (2020 b.) sugiere una holgura mínima de 75 mm por cada lado hasta los elementos verticales del rack y un apoyo mínimo de los pallets sobre el carril 20 mm (figura 35):

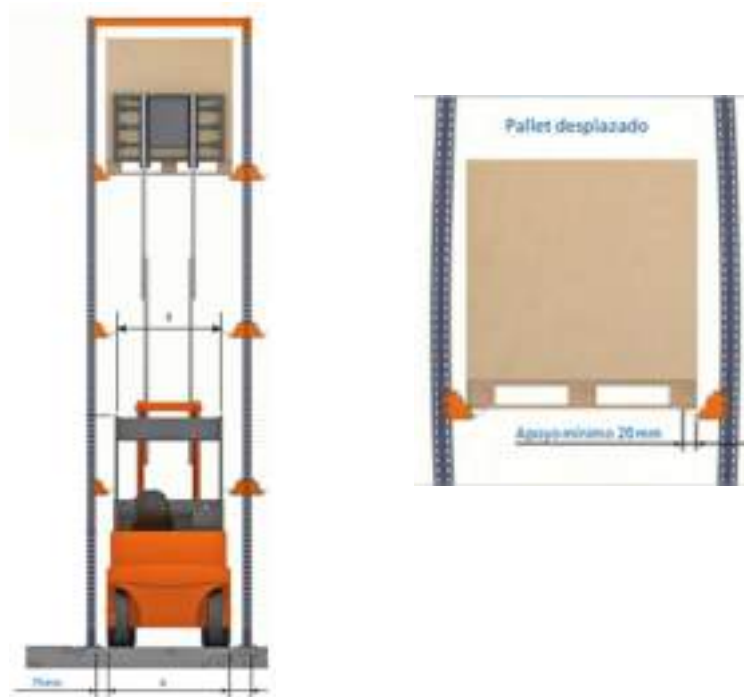


Figura 35: Dimensión de ancho de módulo estantería penetrable.

Fuente: Mecalux (2020 b.)

Como se mencionó en el apartado previo, se sugiere que los pallets sean manipulados por el lado ancho de 1,2 m, asentando los patines inferiores en los carriles de apoyo de la estantería penetrable. A esta medida se le debe agregar la holgura de la figura anterior de 75 mm a ambos lados, por lo que la longitud total del módulo L_m es (ecuación 17):

$$L_{m(pe)} = 1,2m + 2 \times 0,075m = 1,35m \quad (17)$$

Las medidas mínimas a considerar en la profundidad del módulo P_m se componen de la suma de los fondos de todos los pallets más una holgura por unidad de carga de como mínimo de 25 mm (figura 36).

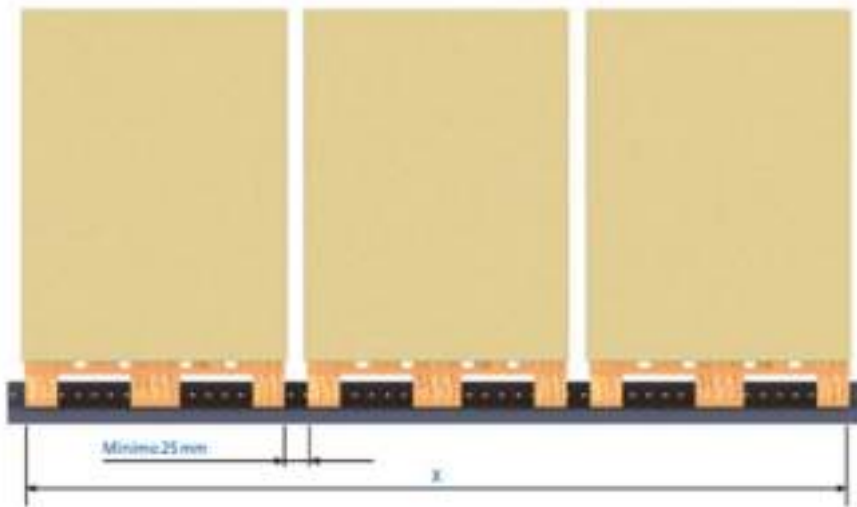


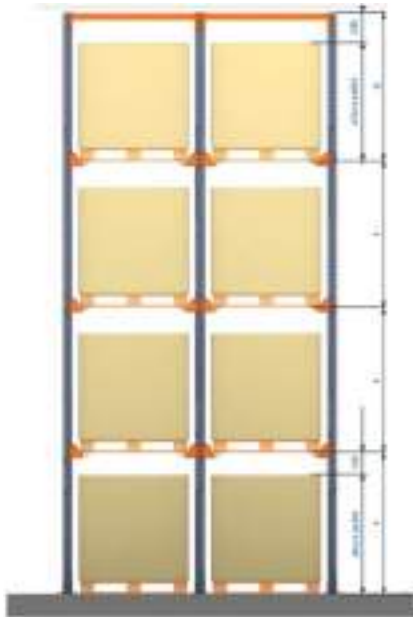
Figura 36: Profundidad de estantería penetrable.

Fuente: Mecalux (2020 b.)

De esta manera, la profundidad de los módulos se conforma por el ancho de los pallets (1000 m) y la holgura mínima (ecuación 18):

$$P_{m(Pe)} * nivel de profundidad (18)$$

Para determinar la altura de la estantería debe considerarse la altura del pallet con carga incluida y las holguras mínimas requeridas para la manipulación. Las mismas se presentan en la figura 37.



$F = \text{altura de nivel inferior e intermedios}$ $= \text{altura pallets} + 150 \text{ mm}$
$G = \text{altura nivel superior} =$ $= \text{altura pallets} + 200 \text{ mm}$
$Y = \text{altura total de estantería} =$ $= F * (\text{cantidad de niveles} - 1) + G$

Figura 37: Dimensiones para altura de estantería penetrable. Fuente: Mecalux (2020 b.)

Tomando que los pallets con carga pueden tener como máximo 1,7m de altura, la altura total (Y), es decir la suma de todos los niveles debe tener (ecuaciones 19, 20):

$$Y_{m_{(Pe)}} = 1,7m + 0,2m + (\text{cant. niveles} - 1) * (1,7m + 0,15m) \quad (19)$$

$$Y_{m_{(Pe)}} = 1,9m + (\text{cant. niveles} - 1) * 1,85m \quad (20)$$

En la tabla 15, se presentan a modo de resumen, las dimensiones finales del módulo que se utiliza para el cálculo de la capacidad del almacén:

Módulo de pallets(Pe)	
Longitud $Lm_{(Pe)}$	1,35 m
Profundidad $Pm_{(Pe)}$	1,025 m
Altura entre estanterías $Ym_{(Pe)}$	1,85 m (+0,05 m en el nivel superior)

Tabla 15: Dimensiones módulo de pallets de estantería penetrable.

Fuente: Mecalux (2020 b.)

PASO 2: Cálculo de la cantidad de módulos en el largo

Para el cálculo de la cantidad de módulos que es posible alojar en el almacén es necesario tener en cuenta que al igual que con las estanterías selectivas, se debe tener una separación respecto de las paredes.

Esta separación debe ser de 0,1m en el sentido longitudinal y de 0,15 m en el sentido transversal. Por lo que las dimensiones efectivas del espacio disponible en el almacén son las mismas que para el caso de las selectivas (ecuaciones 21, 22):

$$\text{Longitud zona de almacenamiento efect. } (L_{zAe}) = 41m - 0,15m = 40,85m \quad (21)$$

$$\text{Ancho zona de almacenamiento efect. } (A_{zAe}) = 10m - 0,1m = 9,9m \quad (22)$$

Conociendo la longitud del módulo (L_m) y la longitud efectiva de la zona de almacenamiento, es posible calcular la cantidad máxima de módulos que se puede disponer en el almacén (ecuación 23).

$$\text{Cantidad de módulos a lo largo} = \frac{L_{zAe}}{L_{m(PE)}} = \frac{40,85m}{1,35m} = 30,259 \approx 30 \text{ módulos} \quad (23)$$

De esta manera, cada nivel de profundidad de la estantería penetrable se puede componer de 30 módulos simples a lo largo del almacén.

Paso 3: Cálculo de la cantidad de pisos de la estantería

Para el cálculo de la cantidad de pisos, se considera la altura total de la estantería (Y) y la altura del techo del almacén. Se consideran 3 situaciones posibles (ecuaciones 24-26):

$$\text{Con 3 pisos de estantería} = Y = 1,9m + 2 * 1,85m = 5,6m \leq 9m \quad (24)$$

$$\text{Con 4 pisos de estantería} = Y = 1,9m + 3 * 1,85m = 7,45m \leq 9m \quad (25)$$

$$\text{Con 5 pisos de estantería} = Y = 1,9m + 4 * 1,85m = 9,3m \geq 9m \quad (26)$$

Del cálculo previo, se desprende que las estanterías seleccionadas pueden tener hasta 4 pisos de altura.

PASO 4: Selección del equipo de movimiento de materiales

Para la selección del equipo de movimiento de materiales se recurre al catálogo de Linde® (2017, a.) y se establecen los siguientes requerimientos (ecuación 27):

-Autoelevador reach (visto en sección 2.3, Equipos de movimiento de materiales)

$$\text{- Alcanzar al menos} = 3 \times 1,85m = 5,55 m \quad (27)$$

- Cargar al menos 1000K

En la tabla 16 se presenta el catálogo de autoelevadores reach con sus características técnicas.

Modelo	Capacidad de carga / carga	Elevar	Velocidad de desplazamiento con / sin carga	Ancho de pasillo con pallet 1000 x 1200 a lo largo de horquillas
R10B	1,0 (t)	4497 (milímetro)	11 / 11 km/h	2644 (milímetro)
R12B	1,2 (t)	5497 (milímetro)	11 / 11 km/h	2644 (milímetro)
R14B	1,4 (t)	6382 (milímetro)	11 / 11 km/h	2717 (milímetro)
R16B	1,6 (t)	6382 (milímetro)	11 / 11 km/h	2740 (milímetro)

Tabla 16: Características técnicas de autoelevadores reach. Fuente: Linde® (2017, a.)

Como consecuencia del requerimiento de altura que exige alcanzar como mínimo 5,55 metros, debe seleccionarse el modelo R14B.

PASO 5: Cálculo de cantidad de niveles en profundidad

A diferencia de las estanterías selectivas, al trabajar con estanterías penetrables, la cantidad de pasillos puede reducirse a un único pasillo que permita el acceso al frente de cada módulo. De esta forma y como se presentó anteriormente, el modelo R14B requiere pasillos de 2,717 metros de ancho.

Por lo tanto, como una primera aproximación a la estantería penetrable se pueden calcular la cantidad de niveles de profundidad, que entran en el ancho del almacén (ecuación 28):

$$\text{Niveles de profundidad} = \frac{(A_{ZAe} - 2,717m)}{Pm_{(Pe)}} = \frac{9,9m - 2,717m}{1,025m} = 7,007 \approx 7 \quad (28)$$

El resultado indica que se pueden disponer de hasta 7 niveles de profundidad en la estantería penetrable. Estos niveles de profundidad ocupan 6,15 metros del ancho efectivo de almacenamiento, por lo que el pasillo queda con un ancho de 2,725 metros.

PASO 6: Esquema del almacén con estanterías penetrables

En la figura 38 y 39 se presentan los planos de distribución en planta utilizando estanterías penetrables:

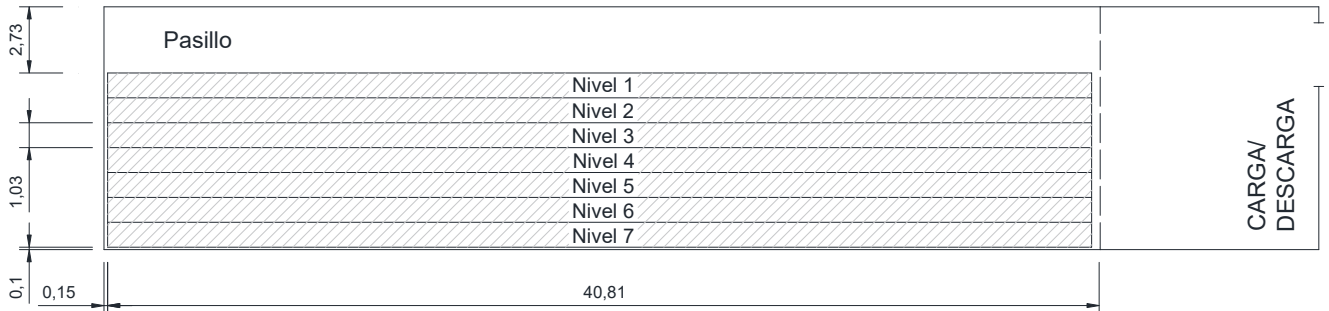


Figura 38: Distribución de niveles en propuesta con estanterías penetrables.

Fuente: Elaboración propia

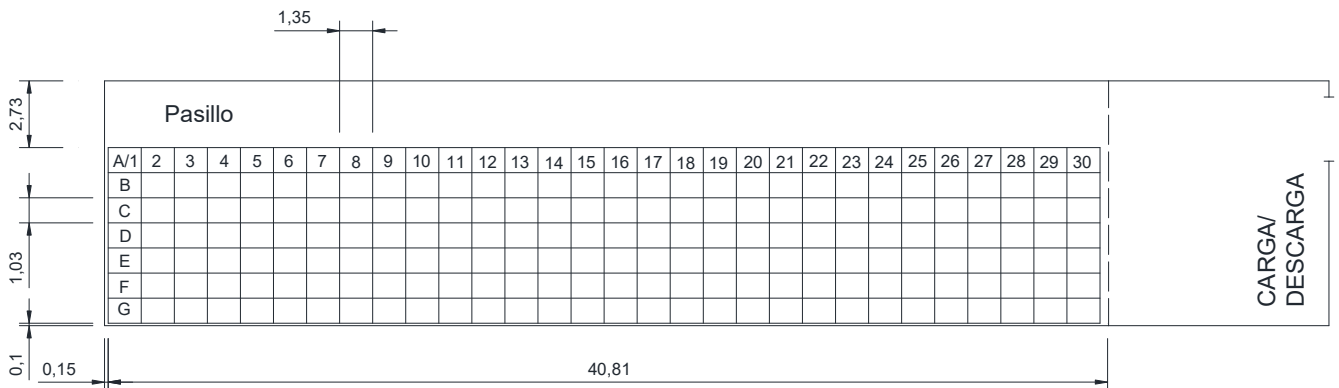


Figura 39: Distribución del almacén propuesta con estanterías penetrables.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, las estanterías poseen una separación respecto de las paredes de 0,15 m en el sentido transversal y de 0,1 m en el sentido longitudinal. Asimismo, se posee un pasillo de 2,73 m que posibilita la manipulación y maniobra mediante el auto elevador seleccionado.

Finalmente, las estanterías se componen de 7 niveles de profundidad (numerados de la letra A a la letra G) y de 30 módulos simples en el sentido longitudinal.

PASO 7: Capacidad del almacén con estanterías penetrables

A continuación, en la tabla 17, se calcula la capacidad total del almacén haciendo uso de la distribución con estanterías penetrables (ecuación 29):

7 niveles de profundidad x 30 filas = 210 posiciones (29)

Estantería	Pallets
Capacidad de piso	210
Capacidad total (n=4)	840

Tabla 17: Capacidad del almacén con estanterías penetrables.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se desprende que mediante el uso de estanterías penetrables la capacidad del almacén asciende a 840 pallets. Asimismo, los indicadores de desempeño del almacén definidos en las ecuaciones 1-4 del punto 3.6:

$$DA_{(pe)} = \frac{840 \text{ pallets}}{410 \text{ m}^2} = 2,049 \left[\frac{\text{pallet}}{\text{m}^2} \right]$$

$$ASP_{(pe)} = \frac{2,725 * 41}{410 \text{ m}^2} * 100 = 27,25\%$$

5.3.3. Comparación de indicadores

En la tabla 18 se presenta el resumen de los indicadores obtenidos para cada distribución propuesta y la cantidad de pallets que se pueden almacenar en cada una de ellas. Se presentan también los indicadores de la distribución actual, a efectos de comparación.

Tipo de distribución	Capacidad máxima	Densidad de almacenamiento	Porcentaje de espacio de pasillos
Almacenamiento en bloque (Actual, D0)	228	0,556 $\left[\frac{\text{pallet}}{\text{m}^2} \right]$	40%
Estanterías selectivas (D1)	392	0,956 $\left[\frac{\text{pallet}}{\text{m}^2} \right]$	63%
Estanterías penetrables (D2)	840	2,049 $\left[\frac{\text{pallet}}{\text{m}^2} \right]$	27,25%

Tabla 18: Resumen indicadores y pallets almacenados según distribución. Fuente:

Elaboración propia

Se observa que las dos distribuciones propuestas, D1 y D2, aumentan la capacidad y naturalmente la densidad de almacenamiento respecto de la distribución actual D0. D1 es la que mayor superficie destinada a pasillos requiere. No obstante, la utilización de estanterías penetrables (D2) incrementa en gran medida la densidad de almacenamiento respecto de las otras dos distribuciones y es la que posee un menor porcentaje de espacio de pasillos.

5.3.4 Localización de los Productos

Para asignar las estanterías a cada una de las referencias, se ha establecido un agrupamiento de referencias en familias (ver anexo III).

Considerando este agrupamiento, se realiza un análisis ABC. Como se ha explicado en el marco teórico bajo este análisis, se ubican las referencias más demandadas en los puntos más cercanos al punto de armado de pedidos.

De esta forma, a partir del promedio histórico de ventas mensuales por producto, se agrupan las referencias en familias (ver anexo III) y se identifican las categorías A, B y C (tabla 19):

Referencias	Promedio histórico de ventas mensuales	Porcentaje	Categoría
SM	2619	32,24%	A
SG	1393	17,15%	A
DS	1011	12,45%	A
UM	973	11,98%	A
NC	500	6,16%	A
PP	361	4,44%	B
RY	344	4,23%	B
WK	317	3,90%	B
VC	231	2,84%	B
PG	204	2,51%	C
VT	127	1,56%	C
EN	43	0,53%	C
TOTAL	8123	100%	

Tabla 19: Clasificación ABC de productos. Fuente: Elaboración propia

Del análisis de los datos presentados en la tabla anterior, en la figura 40 se construye el gráfico de Pareto con su respectiva frecuencia acumulada porcentual:

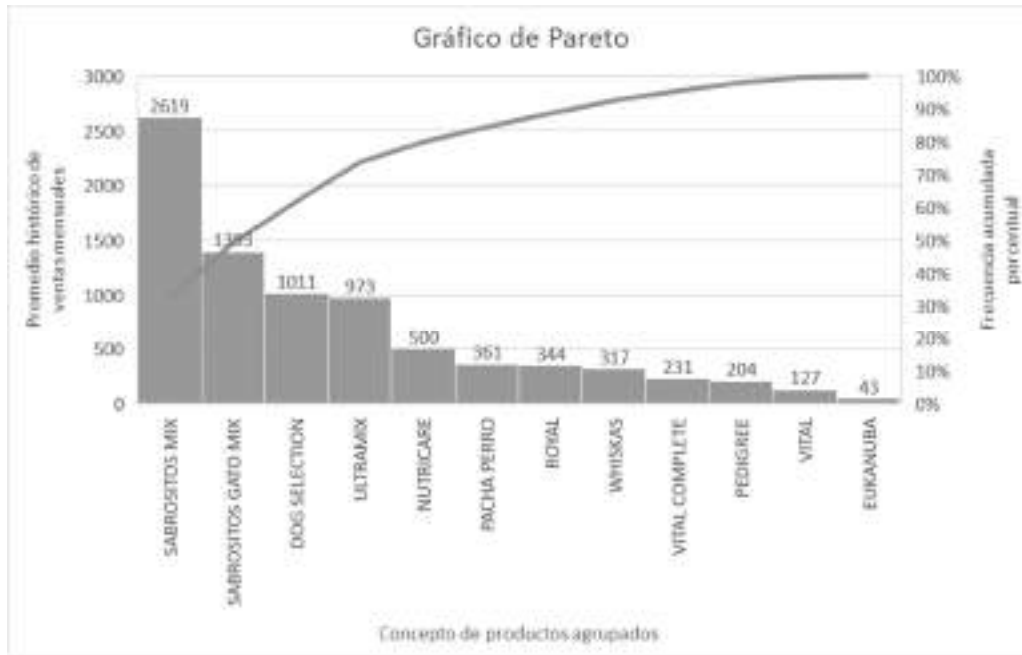


Figura 40: Gráfico de Pareto para el análisis ABC de productos.

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene que los productos A representan un 79,97% de las ventas de la organización por lo que deben tener las estanterías más cercanas a la zona de carga/descarga para agilizar el proceso de picking y armado de pedidos. Por otra parte, los productos B representan un 15,43% de las ventas de la organización por lo que les siguen a los productos A en el orden de prioridad. Finalmente, los productos C tienen el 4,60% restante y poseen las estanterías más alejadas a la zona de armado de pedidos. De acuerdo con lo anterior, se establecen las ubicaciones y los volúmenes de almacenamiento para cada categoría.

Considerando esta agrupación, se determina la localización de las familias para las estanterías selectivas (figura 41) y para las penetrables (figura 42):

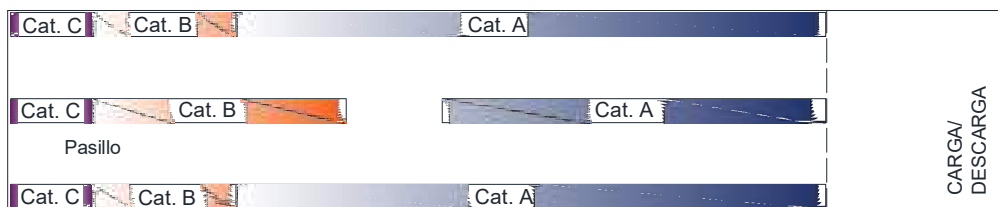


Figura 41: Distribución de estanterías selectivas en base al análisis ABC de productos.

Fuente: Elaboración propia

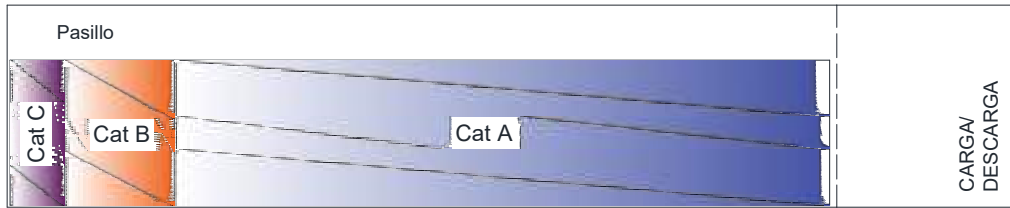


Figura 42: Distribución de estanterías penetrables en base al análisis ABC de productos.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las figuras previas, los productos A poseen un 80% del volumen de almacenamiento de las estanterías y poseen las zonas más cercanas a la zona de carga/descarga. Por otra parte, los productos B tienen un 15% de las estanterías. Finalmente, los productos C tienen el 5% restante y poseen las estanterías más alejadas a la zona de armado de pedidos.

5.4 Simulación de las mejoras propuestas

Las mejoras de las propuestas, tal como se mencionó, se corroboran simulando el proceso de picking. Se utiliza el indicador TPP como medida de la mejora.

Para realizar esto, en primer término, se simulan los procesos de picking para el almacén actual (D0), con estanterías selectivas (D1) y con estanterías penetrables (D2).

La simulación se realizará utilizando FLEXSIM®. Esta herramienta permite visualizar la operativa del almacén de forma tridimensional y obtener indicadores de salida que permitan evaluar la eficiencia de cada distribución. De esta manera, se deben definir los datos de entrada que son el pedido tipo y el tiempo que insumen las operaciones.

El primero de ellos se establece como un promedio de los pedidos a lo largo de 4 semanas. Para obtener los tiempos, se realiza un estudio de tiempos del proceso de picking.

5.4.1 Pedido Tipo

En el *anexo IV* se detalla para cada artículo, el promedio de pedido en una semana de trabajo. En base a esta información se elabora la tabla 20, donde se agregan los pedidos tipos para cada una de las unidades de familias establecidas:

REFERENCIA	PEDIDO TIPO SEMANAL AGREGADO EN UNIDADES DE FAMILIAS
SG	361
SM	689
UM	268

NC	112
DS	255
PP	92
WK	89
PG	58
EN	13
RY	99
VT	34
VC	72
total	2142

Tabla 20: Pedido tipo por unidad de familia.

Fuente: Elaboración propia

Este pedido tipo, es la información de entrada que se necesita para simular el proceso de picking.

5.4.2 Tiempo de las operaciones

En el anexo V se presenta el resultado del estudio de tiempos sobre el proceso de preparación de pedidos que se realiza actualmente.

En la tabla 21 se presentan a modo de resumen los resultados del cálculo del tiempo tipo o estándar, que constituye el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo.

Elementos	Tiempo Tipo (seg)
E1	47,43
E2	130,17
E3	80,78
E4	58,75
total	317,13

Tabla 21: Tiempo tipo por elemento de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

Siendo:

- E1: Arribar a la zona de almacenamiento correspondiente.

- E2: Buscar y extraer los productos almacenados requeridos.
- E3: Transportar a la zona de carga/descarga (transpaleta manual).
- E4: Descargar productos.

Como se observa en la tabla anterior, se presentan los tiempos tipos medidos en segundos para los elementos que componen el ciclo de trabajo. De esta forma, el tiempo tipo total del proceso de armado de pedidos es de 317,13 segundos, correspondiente con la suma de los tiempos tipos de los elementos, y es un dato de entrada a la hora de realizar la simulación del proceso.

Del mismo estudio presentado en el anexo V, se obtiene que el promedio de bolsas transportadas en cada ciclo de trabajo es de 6 unidades.

5.4.3 Simulación de proceso de preparación de pedidos en almacén actual (D0)

5.4.3.1 Referencias

En la simulación, cada una de las referencias que se han establecido es identificada con un color en particular. En la figura 43 se presentan los colores correspondientes a cada una de ellas:



Figura 43: Referencia de colores según tipo de productos. Fuente: Elaboración propia

Los productos de Vital Complete (VC) son identificados con un color amarillo, Vital (VT) con azul, Nutricare (NC) con gris claro, Whiskas (WK) con violeta, Sabrositos mix (SM) con verde oscuro, Sabrositos gato mix (SG) con rojo, Dog Selection (DS) con verde claro, Pacha Perro (PP) con rosa, Ultramix (UM) con gris oscuro, Eukanuba (EN) con turquesa, Royal Canin (RY) con marrón y Pedigree (PG) con anaranjado.

5.4.3.2 Resultados para D0

En base a los datos mostrados en el apartado de distribución en planta actual (D0) (ver anexo III), se realiza la simulación del proceso de preparación de pedidos (en el siguiente link se puede ver la simulación para D0: <https://youtube.com/shorts/hzDWNJA1FZg>). La misma consta de un almacenamiento en bloque como se observa en la figura 44 y 45:



Figura 44: Simulación distribución en planta actual.

Fuente: Elaboración propia

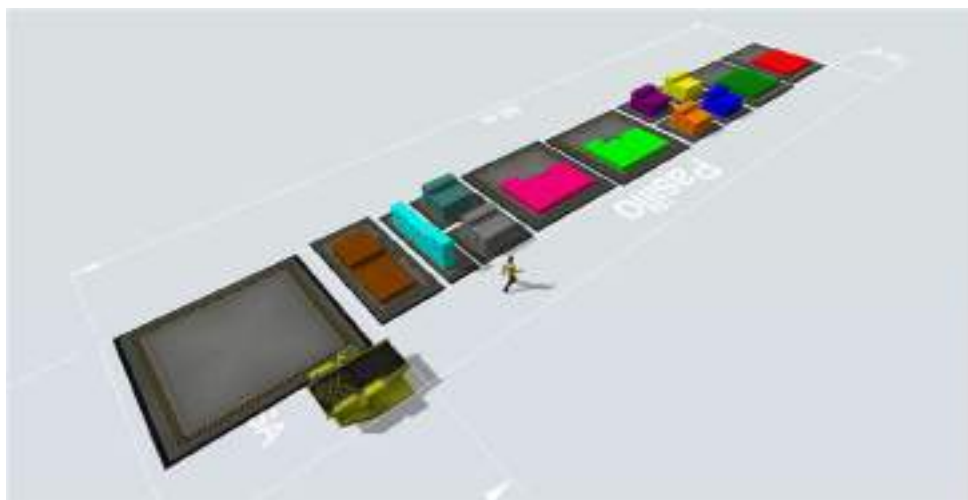


Figura 45: Simulación distribución en planta actual.

Fuente: Elaboración propia

Luego de simular el proceso de picking para el pedido tipo se obtienen las salidas que se muestran en la figura 46:



Figura 46: Salida simulación distribución en planta actual (D0).

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, con la distribución en planta actual, para realizar el picking de los 2142 productos que componen el pedido tipo semanal el operario recorre 20805,22 metros y en promedio pickea 75,87 productos por hora. Por otra parte, el contador comienza a correr desde las 8 hs del día 1 por lo que TPP es de 101635 segundos.

5.4.4 Simulación de proceso de preparación de pedidos en almacén con estanterías selectivas (D1)

5.4.4.1. Proceso de picking con estanterías selectivas

Se opta por continuar manteniendo un proceso de picking agrupado o por lotes bajo la modalidad de almacén de día. En él se pickean todas las bolsas necesarias para armar los pedidos del día, pero agrupadas según familia de productos y se los lleva a la zona de carga/descarga.

Como el proceso de picking se realiza de las bolsas que se encuentran en pallets a nivel de piso, se mantienen los tiempos tipos calculados con el estudio de tiempos del anexo V y se continúa utilizando la transpaleta manual. La carretilla retráctil se utiliza a la hora de

ingresar o acomodar los pallets en las estanterías del almacén, pero no para el proceso de armado de pedidos.

Se mantienen los colores por referencias presentados en la figura 43.

5.4.4.2 Resultados simulación para D1

En base a los datos mostrados en el apartado de distribución en planta con estanterías selectivas, se realiza la simulación del almacén (en el siguiente link se puede ver la simulación para D1: <https://youtube.com/shorts/KWEHBGnMkcY>). La misma permite el acceso directo y unitario a cada pallet como se muestra en la figura 47 y 48:

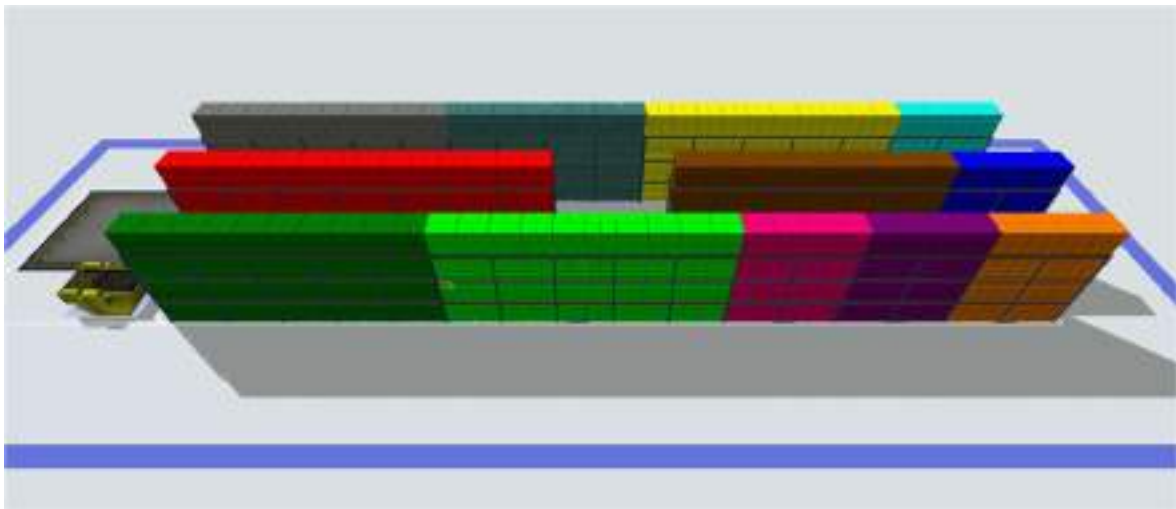


Figura 47: Simulación distribución en planta con estanterías selectivas.

Fuente: Elaboración propia

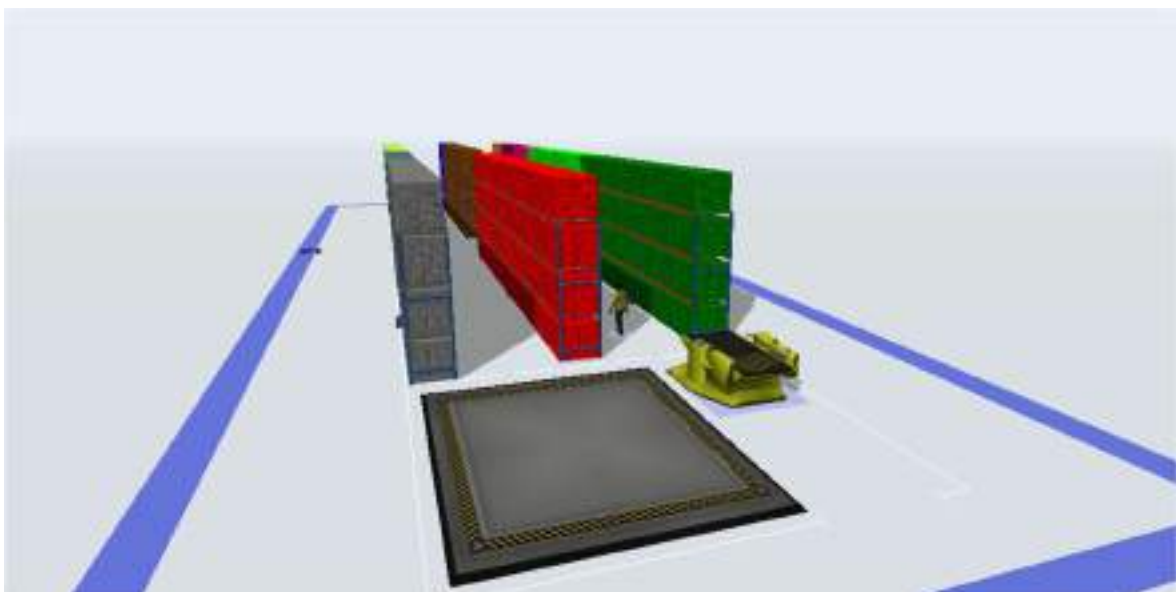


Figura 48: Simulación distribución en planta con estanterías selectivas.

Fuente: Elaboración propia

Luego de simular el proceso de picking para el pedido tipo semanal, se obtienen las salidas que se muestran en la figura 49:



Figura 49: Salida simulación distribución con estanterías selectivas.

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, con la distribución en planta mediante estanterías selectivas, para realizar el picking de los 2142 productos que componen el pedido tipo semanal el operario recorre 18209,46 metros y en promedio pickea 79,19 productos por hora. Por otra parte, el contador comienza a correr desde las 8 hs del día 1 por lo que el TPP es de 97378 segundos.

5.4.5 Simulación de proceso de preparación de pedidos en almacén con estanterías penetrables (D2)

5.4.5.1. Proceso de picking con estanterías selectivas

El proceso de picking mediante estanterías penetrables, no difiere del proceso descrito para el almacenamiento en bloque o con estanterías selectivas. Se opta por continuar manteniendo un proceso de picking agrupado o por lotes bajo la modalidad de almacén de día y la preparación del almacén que se presentó para D1.

Como el proceso de picking se realiza de las bolsas que se encuentran en módulos a nivel de piso, se mantienen los tiempos tipos calculados con el estudio de tiempos del anexo

V y se continúa utilizando la transpaleta manual. El auto elevador reach se utiliza a la hora de ingresar o acomodar los pallets en las estanterías del almacén, pero no para el proceso de armado de pedidos.

También se mantienen los colores por producto presentados en la figura 43.

5.4.5.2 Resultados simulación para D2

En base a los datos mostrados en el apartado de distribución en planta con estanterías penetrables, se realiza la simulación del almacén (en el siguiente link se puede ver la simulación para D2: https://youtube.com/shorts/XXn6jaS_ZFA). En la figura 50 y 51 se presenta la representación en software de los productos para el arreglo con estanterías penetrables.

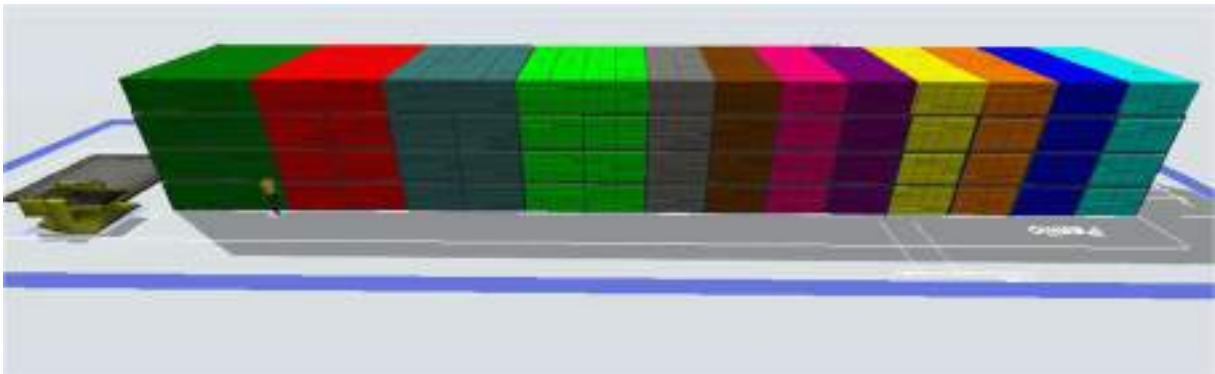


Figura 50: Simulación distribución en planta con estanterías penetrables. Fuente: Elaboración propia

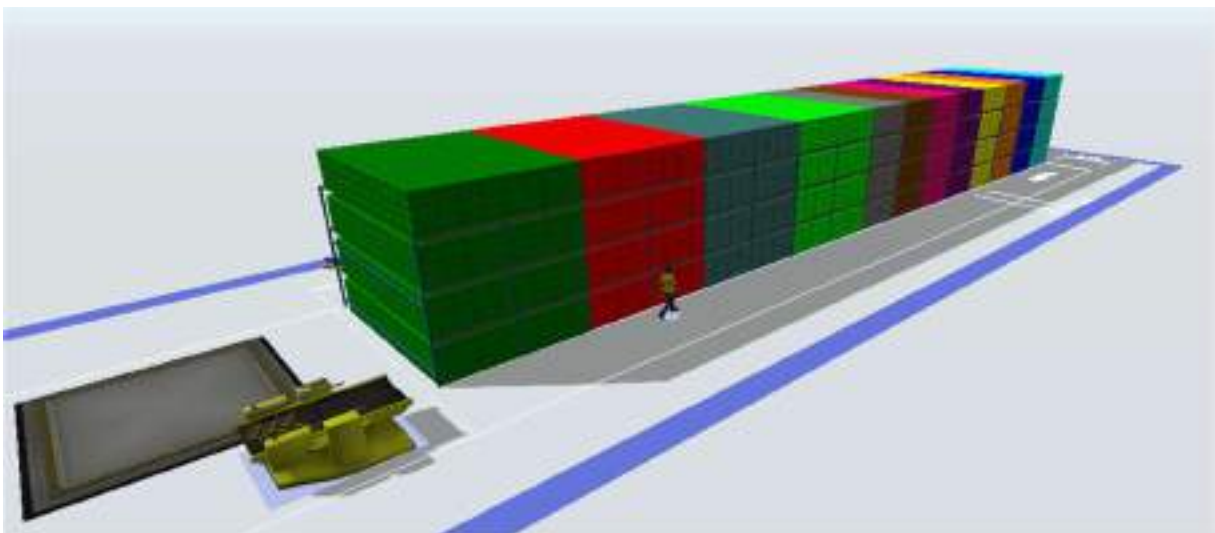


Figura 51: Simulación distribución en planta con estanterías penetrables. Fuente: Elaboración propia

Luego de simular el proceso de picking para el pedido tipo semanal, se obtienen las salidas que se muestran en la figura 52:



Figura 52: Salida simulación distribución con estanterías penetrables.

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, con la distribución en planta mediante estanterías penetrables, para realizar el picking de los 2142 productos que componen el pedido tipo semanal el operario recorre 12998,59 metros y en promedio pickea 86,80 productos por hora. Por otra parte, el contador comienza a correr desde las 8 hs del día 1 por lo que el TPP es de 88836 segundos.

5.4.6 Comparación de resultados

Para resumir los datos de salida de las simulaciones y entender las diferencias entre las distintas distribuciones, en la tabla 22 se presentan los indicadores obtenidos para cada distribución. Estos indicadores de salida se obtienen al simular el armado del pedido tipo semanal compuesto por 2142 productos:

Tipo de distribución	Distancia recorrida por el operario [metros]	TPP [segundos]	Promedio de picking [productos/hora]
Almacenamiento en bloque	20805,22	101635	75,87

(Actual)			
Estanterías selectivas	18209,46	97378	79,19
Estanterías penetrables	12998,59	88836	86,80

Tabla 22: Comparativa datos de salida simulación. Fuente: Elaboración propia

Como conclusión se observa que la utilización de estanterías penetrables es la que presenta mejor desempeño. La misma disminuye la distancia recorrida por el operario y el TPP. Estos resultados conllevan a un mayor promedio de picking, es decir que en una hora de trabajo el operario puede armar un mayor número de pedidos.

5.5. Análisis de resultados y conclusiones

Del planteo de situación actual (1.6) y el pronóstico de ventas para los próximos períodos (anexo I), se obtuvo una tendencia al alza en la demanda de productos. Este resultado marca que, en un mediano plazo, la empresa necesitará aumentar su capacidad de almacenamiento y mejorar el desempeño de su almacén para satisfacer el crecimiento de la demanda.

Asimismo, del análisis FODA (1.5), se desprende que, por la falta de capacidad de almacenamiento actual, la organización no puede aprovechar las oportunidades de expandirse fuera de la ciudad de Mar del Plata, aprovechar las proyecciones de crecimiento en el mercado local y pactar nuevas exclusividades con proveedores.

Por otra parte, del relevamiento del centro de distribución (5.2), se identificó que el almacenamiento en bloque seguido por la ausencia de pasillos producto de una distribución en planta defectuosa, son las principales causas a la hora de generar roturas de bolsas e inconvenientes en el funcionamiento del almacén.

Los factores mencionados, llevan a la necesidad de mejorar la eficiencia y desempeño del centro de distribución. Es así, como se analiza la distribución en planta actual y se proponen dos nuevas distribuciones haciendo uso de estanterías selectivas y penetrables, respectivamente.

Del diseño (5.5) y simulación (5.6) de estas distribuciones, se obtuvieron indicadores de desempeño que permiten evaluarlas y comparar su operatoria. A modo de resumen, se presenta la tabla 23 donde se muestran los resultados de los indicadores:

Tipo de distribución	Pallets almacenados	Densidad de almacenamiento	Porcentaje de espacio de pasillos	Distancia recorrida por el operario [metros]	TPP [segundos]
Almacenamiento en bloques (Actual)	188	0,458 $\left[\frac{pallet}{m^2}\right]$	40%	20805,22	101635
Estanterías selectivas	392	0,956 $\left[\frac{pallet}{m^2}\right]$	63%	18209,46	97378
Estanterías penetrables	840	2,049 $\left[\frac{pallet}{m^2}\right]$	27,25%	12998,59	88836

Tabla 23: Resumen indicadores de desempeño. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, la distribución en planta mediante estanterías penetrables permitió un importante aumento de la capacidad y su consecuente densidad de almacenamiento DA respecto del almacenamiento en bloque, pasando de 0,458 *pallet/m²* a 0,956 *pallet/m²* con las estanterías selectivas y a 2,049 *pallet/m²* con las estanterías penetrables. Esto implica un aumento del 214,33% y del 447,37% respectivamente.

El porcentaje del espacio para pasillo aumentó para las estanterías selectivas respecto de la distribución inicial y disminuyó para la penetrable.

La simulación resultó una herramienta adecuada para demostrar el efecto de la localización de los artículos en el tiempo de preparación de pedidos. En la distribución con estanterías selectivas, TPP disminuyó en un 9,61% respecto de la distribución bloque, compensando en cierta forma el aumento de la superficie para pasillos que provocan estas estanterías. Para estanterías penetrables TPP disminuyó en un 14,4% respecto de la distribución actual y se redujo sensiblemente la distancia recorrida por el operario.

Finalmente, la mejora en los indicadores señala un mejor aprovechamiento del volumen del almacén utilizando estanterías selectivas o penetrables y una reducción en los tiempos de las operaciones del almacén, por lo que las distribuciones cumplen con el objetivo propuesto. Además, el ordenamiento de los pallets en estanterías permitiría una mejor manipulación de los mismos, evitando de esta forma la rotura de bolsas.

6. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA FLORES, J. (2007). Ingeniería de sistemas: un enfoque interdisciplinario. 2a ed., Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM. (pp. 1-26). México. Ed. AlfaOmega.

ANAYA TEJERO, JULIO JUAN. (2008). Logística integral: La gestión operativa de la empresa. 5ªed. Madrid, España. ESIC Editorial.

BALLOU, R. (2004). Logística: Administración de la Cadena de Suministro. 5° Edición. México. Editorial Prentice Hall.

PORTER, MICHAEL E. (2009). Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores. México. Grupo Editorial Patria.

BANKS, J.; CARSON, J. S.; NELSON, B. L.; NICOL, D. M. (2005). Discrete-Event System Simulation. 4a ed. USA: Prentice Hall.

BEAVERSTOCK, M; GREENWOOD, A. G.; LAVERY, E.; NORDGREN, W. (2012). Applied Simulation Modeling and Analysis using FlexSim. 3a ed., FlexSim Software Products, Inc. Orem USA.

CERGIBOZAN, C. AND TASAN, A. S. (2016). Order batching operations: an overview of classification, solution techniques, and future research. *Journal of Intelligent Manufacturing*,

DÍAZ MARTÍNEZ, M. A.; ZÁRATE CRUZ, R.; SALINAS, R. R. V. (2018). Simulación Flexsim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba. México. Científica Instituto Politécnico Nacional.

FRAZELLE, E. (2016). *World-Class Warehousing and Material Handling*. Second ed. New York. McGraw-Hill.

Growth from Knowledge. (17 de junio de 2019). Extraído el 25 de marzo de 2022, de: <https://www.informeoperadores.com.ar/2019/06/17/argentina-es-un-pais-pet-friendly/>

GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS L. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, n..177 ,1–21.

GUERRIERO, F.; MUSMANNO, R.; PISACANE, O.; RENDE, F. (2013). A mathematical model for the Multi-Levels Product Allocation Problem in a warehouse with compatibility constraints *Applied Mathematical Modelling*, Volume 37, Issue 6, 15, Pages 4385-4398.

JEAN-JACQUES LAMBIN. (2008) Marketing Estratégico. 3° Edición. México. McGraw Hill.

KELTON, D. W.; SADOWSKI, R. P.; STURROCK, D. T. (2008). Simulación con Software Arena. 4a ed. México: McGraw Hill,

Linde. Catálogo de autoelevadores reach. (2017). a. Extraído el 17 de abril de 2022, de: https://lindeargentina.com/productos/apiladores_retractil/r10_-_r16_b

Linde. Catálogo de carretillas retráctiles. (2017). b. Extraído el 17 de abril de 2022, de: https://lindeargentina.com/productos/apiladores_retractil/r10_-_r25

MADARIAGA, FRANCISCO. (2020) Lean Manufacturing. Versión: 2.3. Creative Commons.

MAULEÓN TORRES, MIKEL. (2003). Sistemas de Almacenaje y Picking. España. Ed. Díaz de Santos S.A.

Mecalux. Almacenamiento: cómo optimizar el espacio sin racks. (2020). a. Extraído el 14 de abril de 2022, de: <https://www.mecalux.com.ar/blog/almacenamiento-en-bloque#:~:text=El%20almacenamiento%20en%20bloque%20es%20un%20tipo%20de%20almacenaje%20que,de%20producto%20que%20se%20manipule.>

Mecalux. Catálogo de racks penetrables. (2020). b. Extraído el 16 de abril de 2022, de: <https://mecaluxar.cdnwm.com/catalogos/racks-penetrables1.1.3.pdf>

Mecalux. Catálogo de racks selectivos. (2020). c. Extraído el 16 de abril de 2022, de: <https://mecaluxar.cdnwm.com/catalogos/racks-selectivos1.1.4.pdf>

Mecalux. La codificación de mercaderías en el depósito. (2020). d. Extraído el 16 de abril de 2022, de: <https://www.mecalux.com.ar/blog/codificacion-mercaderias-deposito>

Mecalux. Racks selectivos. (2020). e. Extraído el 16 de abril de 2022, de: <https://www.mecalux.com.ar/racks-para-pallets/racks-selectivos>

MEYERS, F.; STEPHENS, M. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. 3ra. edición. México. Editorial Prentice Hall.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. (1996). Introducción al estudio del trabajo. Publicado con la dirección de George Kanaway. Ginebra.

PIERA, M. A.; GUASCH, T.; CASANOVAS, J.; RAMOS, J.J. (2006). Cómo mejorar la logística de su empresa mediante simulación. Madrid, España. Ediciones Díaz de Santos.

ROBBINS S. P. & JUDGE T. (2009). Comportamiento organizacional. 13º edición. México DF, México. Prentice-Hall Hispanoamericana SA.

ROUGEOT, F. G.; ARDANUY, P. T. (2009). Nota Técnica de Prevención: Almacenamiento de estanterías metálicas. Instituto Nacional de Seguridad E Higiene en el Trabajo.

RUMI, M. J.; KROM, A. (2018). Un país pet friendly: la innovación llega al negocio de las mascotas. Extraído el 19 de marzo de 2022, de: <https://www.lanacion.com.ar/economia/un-pais-pet-friendly-la-innovacion-llega-al-negocio-de-las-mascotas-nid2158015/>

SILVA, A. L. C.; COELHO, M. D.; JACQUES, R. (2020). Integrating storage location and order picking problems in warehouse planning. *Transportation Research Part. E* 140 102003.

SIMÓN MARMOLEJO, I.; SANTANA ROBLES, F.; GRANILLO MACÍAS, R.; PIEDRA MAYORGA, V. M. (2013) La simulación con FLEXSIM®, una fuente alternativa para la toma de decisiones en las operaciones de un sistema híbrido. México. *Científica*, vol. 17, núm. 1, pp. 39-49 Instituto Politécnico Nacional Distrito Federal.

TAHA HAMDY A. (2012). Investigación de Operaciones. Novena Edición. México. Pearson.

WINSTON, W. L. (2005). Investigación de operaciones aplicación y algoritmos (pp. 1-273, 1145-1158). 4a ed. México. Thomson Learning.

ZÁRATE, C. N; MUJICA, M.; LEDESMA FRANK, K. Diseño de un centro de distribución. Octubre, 2021. 5° Congreso Argentino de Ingeniería. 11° Congreso Argentino de Enseñanza de Ingeniería.

ZULUAGA MAZO, A.; GÓMEZ MONTOYA, R.; FERNÁNDEZ HENAO, S. (2014). Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo scor. Universidad de Madgalena, Colombia. Clio América.

ANEXO I: Análisis y estimación de la demanda

En esta sección se realiza un pronóstico de ventas para la empresa DefiPet, buscando establecer una estimación de demanda futura. Para ello se utiliza el reporte trimestral de ventas históricos de la organización en los últimos 6 años.

La empresa brindó los datos de las ventas trimestrales en unidades, correspondientes a los últimos 6 años (tabla I.1). Estos registros conforman los datos de entrada para realizar los pronósticos futuros:

REPORTES TRIMESTRALES	VENTAS TRIMESTRALES HISTÓRICAS (EN UNIDADES)
abr-16	20281
jul-16	18487
oct-16	20557
ene-17	21174
abr-17	22043
jul-17	22101
oct-17	22054
ene-18	22432
abr-18	22837
jul-18	22879
oct-18	22433
ene-19	23128
abr-19	23166
jul-19	23106
oct-19	23491
ene-20	23660
abr-20	24112
jul-20	24622
oct-20	24264
ene-21	24449
abr-21	24844
jul-21	24998
oct-21	25009
ene-22	25612

Tabla I.1.: Ventas trimestrales. Fuente: DefiPet

Para la obtención del pronóstico se utilizó CRYSTAL BALL® (figura I.1). A la hora de comparar los distintos métodos y hacer su selección se utiliza la MAD como criterio de

selección del mejor método. Asimismo, se verifica que la U de Theil de los métodos propuestos sea más cercana a 0 que a 1 y que el Durbin Watson sea cercano a 2, para corroborar que el modelo sea confiable y los errores no estén correlacionados.

Método	Rango	MAD
Promedio móvil doble	Mejor	198
ARIMA(1,1,2)	2.º	337
Suavizado exponencial doble	3.º	435

Estadísticas	Datos históricos
Valores de datos	24
Mínimo	18487
Media	22988
Máximo	25612
Desviación estándar	1708

Fecha	Previsión
abr-22	25709
jul-22	25925
oct-22	26141
ene-23	26356

Figura I.1: Salida de CRYSTAL BALL®.

Fuente: Elaboración propia

Se efectúa el pronóstico para los próximos 12 meses y se obtiene como mejor método al Promedio Móvil Doble, con una MAD de 198 unidades. La previsión nos indica que las ventas globales de la empresa alcanzarán la suma de 25709 unidades para el mes de abril de 2022, 25925 para el mes de julio de 2022, 26141 para el mes de octubre de 2022 y 26356 para el mes de enero de 2023 (figura I.2).

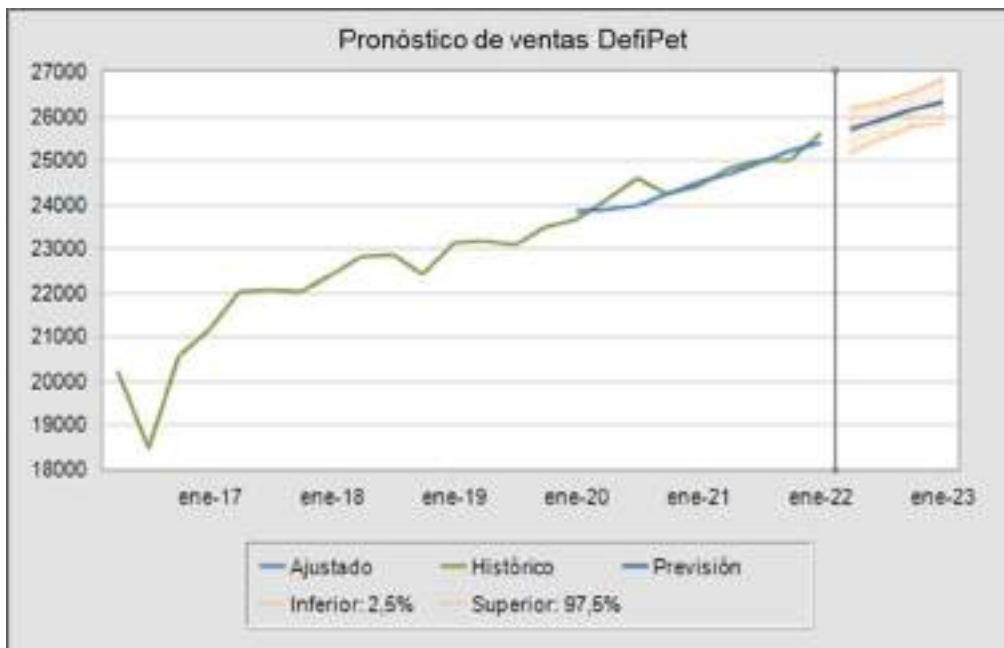


Figura I.2: Gráfico de salida de CRYSTAL BALL®.

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, en la figura I.2 se presentan los valores hallados y la línea de tendencia que indica una tendencia en alza de las ventas.

ANEXO II: Codificación de los artículos

En esta sección se establece la codificación de artículos, para hacer referencia a los productos que comercializa la empresa. Para ello, en primer lugar, se definen las siglas que se utilizan en la codificación y luego se establece un código para cada artículo.

Existen 7 siglas alfabéticas diferentes que diferencian al proveedor del artículo seguidas de las siglas numéricas que identifican al artículo en cuestión (figura II 1):

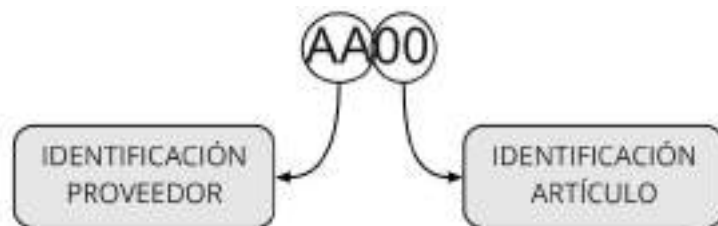


Figura II.1: Siglas codificación. Fuente: Elaboración propia

En la tabla II.1 se describe el artículo con su correspondiente identificación

METRIVE S.A.	
CÓDIGO	DESCRIPCION – ARTICULO
M1	SABROSITOS GATO MIX X 10 KG.
M2	SABROSITOS GATO MIX X 20 KG.
M3	GATO PESCADO X 10 KG.
M4	GATO PESCADO X 20 KG.
M5	SABROSITOS CACHORRO MIX 10 KG.
M6	SABROSITOS CACHORRO MIX 20 KG.
M7	SABROSITOS ADULTO MIX X 15 KG.
M8	SABROSITOS ADULTO MIX X 20 KG.
M9	SABROSITOS ADULTO CARNE MIX X 15 KG
M10	SABROSITOS ADULTO CARNE MIX X 20 KG.
M11	SABROSITOS VARIEDADES X 15 KG
VITALPET S.A.	
CÓDIGO	DESCRIPCION – ARTICULO
VP1	ULTRAMIX GATO X 10 KG
VP2	ULTRAMIX PERRO ADULTO X 20 KG.
VP3	ULTRAMIX CACHORRO X 10 KG
VP4	TRUEMIX X 15 KG
VP5	NUTRICARE MORDIDA PEQUEÑA X 20 KG
VP6	NUTRICARE MORDIDA GRANDE X 20 KG
VP7	NUTRICARE GATO X 10 KG
VP8	NUTRICARE GATO X 15 KG

PETFOODS SALADILLO S.A.	
CÓDIGO	DESCRIPCION – ARTICULO
P1	DOG SELECTION CACHORRO X 20 KG
P2	DOG SELECTION CRIAD CARNE Y POLLO X 20 KG
P3	DOG SELECTION CRIAD CARNE Y VEGET X 20 KG
P4	DOG SELECTION CRIAD RAZAS PEQUEÑAS X 20 KG
P5	DOG SELECTION CARNE Y POLLO X 20 KG
P6	PACHA PERRO MIX X 20 KG
P7	CHACAL PERRO X 15 KG
MASTERFOODS ARGENTINA LTDA.	
CÓDIGO	DESCRIPCION – ARTICULO
MF1	WHISKAS CARNE X 10 KG.
MF2	WHISKAS GATITOS X 10 KG.
MF3	WHISKAS PESCADO X 10 KG.
MF4	WHISKAS POLLO Y LECHE X 10 KG.
MF5	PEDIGREE CACHORRO VP X 20 KG
MF6	PEDIGREE CARNE, POLLO Y CEREALES VP X 20 KG.
MF7	PEDIGREE CARNE Y VEGETALES VP X 20 KG.
MF8	PEDIGREE RAZAS PEQUEÑAS VP X 15 KG.
EUKANUBA S.A.	
CÓDIGO	DESCRIPCION – ARTICULO
E1	EUKANUBA PUPPY SMALL BREED X 15 KG
E2	EUKANUBA PUPPY MEDIUM BREED X 15 KG
E3	EUKANUBA PUPPY LARGE BREED X 15 KG
E4	EUKANUBA ADULT LARGE BREED X 15 KG
ROYAL CANIN ARGENTINA S.A.	
CÓDIGO	DESCRIPCION – ARTICULO
R1	ROYAL GATO URINARY CARE X 10 KG
R2	ROYAL GATO HIGH DILUTION X 10 KG
R3	ROYAL GATO FIT X 15 KG
R4	ROYAL URINARY PERRO X 10 KG
R5	ROYAL MINI ADULTO X 15 KG
R6	ROYAL MEDIUM JUNIOR X 15 KG
R7	ROYAL MAXI ADULTO X 15 KG
R8	PERFORMANCE ADULTO X 15 KG
R9	PERFORMANCE CACHORRO X 15 KG
VITALCAN S.A.	
CÓDIGO	DESCRIPCION – ARTICULO
VC1	VITAL BALANCED ADULTO GRANDE X 20KG
VC2	VITAL BALANCED ADULTO MEDIANO X 20KG

VC3	VITAL BALANCED CACHORRO GRANDE X 20KG
VC4	VITAL BALANCED CERDO Y ARROZ X 15 KG
VC5	VITAL BALANCED PERRO LIGHT X 20 KG
VC6	VITAL COMPLETE ADULTO CARNE X 20 KG
VC7	VITAL COMPLETE ADULTO POLLO X 20 KG
VC8	VITAL COMPLETE CACHORRO X 20 KG
VC9	VITAL BALANCED GATO KITTEN X 10 KG
VC10	VITAL COMPLETE GATO X 10 KG
VC11	VITAL PREMIUM ADULTO X 20 KG
VC12	VITAL PREMIUM GATO X 20 KG
VC13	VITAL COMPLETE GATO KITTEN X 10 KG

Tabla II.1: Codificación de artículos. Fuente: Elaboración propia

ANEXO III: Agrupamiento de las referencias por familias

En esta sección se realiza un relevamiento de las ventas de la organización mediante un promedio histórico de los últimos 6 años. Luego, se agrupa a los productos y se definen las unidades de familias.

En primer lugar, se calcula un promedio histórico de ventas mensuales por producto (tabla III.1).

DESCRIPCION - ARTICULO	VENTAS EN UNIDADES
M1	987
M2	210
M3	67
M4	129
M5	65
M6	36
M7	1456
M8	672
M9	185
M10	184
M11	21
VP1	426
VP2	287
VP3	38
VP4	222
VP5	177
VP6	323
VP7	9
VP8	12
P1	175
P2	110
P3	264
P4	136
P5	326
P6	84
P7	277
MF1	80
MF2	108
MF3	76
MF4	53
MF5	81
MF6	91
MF7	32
MF8	13
E1	11
E2	7
E3	18
E4	14
R1	15

R2	13
R3	37
R4	5
R5	40
R6	9
R7	17
R8	187
R9	49
VC1	25
VC2	21
VC3	27
VC4	20
VC5	4
VC6	66
VC7	24
VC8	43
VC9	19
VC10	53
VC11	54
VC12	11
VC13	45
TOTAL	8246

Tabla III.1: Ventas mensuales por producto. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se agrupa a los productos y se definen las nuevas unidades de familias (tabla III.2):

METRIVE S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	NUEVO CONCEPTO
M1	SABROSITOS GATO MIX (SG)
M2	
M3	
M4	
M5	SABROSITOS MIX (SM)
M6	
M7	
M8	
M9	
M10	
M11	
VITALPET S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	NUEVO CONCEPTO
VP1	ULTRAMIX (UM)
VP2	

VP3	
VP4	
VP5	NUTRICARE (NC)
VP6	
PETFOODS SALADILLO S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	NUEVO CONCEPTO
P1	DOG SELECTION (DS)
P2	
P3	
P4	
P5	
P6	PACHA
P7	PERRO (PP)
MASTERFOODS ARGENTINA LTDA.	
DESCRIPCION - ARTICULO	NUEVO CONCEPTO
MF1	WHISKAS (WK)
MF2	
MF3	
MF4	
MF5	PEDIGREE (PG)
MF6	
MF7	
EUKANUBA S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	NUEVO CONCEPTO
E1	EUKANUBA (EN)
E3	
E4	
ROYAL CANIN ARGENTINA S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	NUEVO CONCEPTO
R3	ROYAL (RY)
R4	
R5	
R6	
R7	
R8	
R9	
VITALCAN S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	NUEVO CONCEPTO

VC1	VITAL (VT)
VC2	
VC3	
VC6	
VC7	VITAL COMPLETE (VC)
VC8	
VC10	
VC11	
VC13	

Tabla III.2: Nuevo concepto de referencias por unidad de familias.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla III.2 y en base al anexo IV que presenta el pedido tipo semanal para cada producto, se quitan de consideración aquellos productos que poseen un pedido tipo igual a cero y se los agrupa según familia de productos junto a una nueva codificación. De ahora en adelante, los análisis se hacen considerando este nuevo concepto de agrupación de referencias.

La distribución en planta a partir de los nuevos conceptos y codificación que se ha establecido se muestra en la figura III.1:

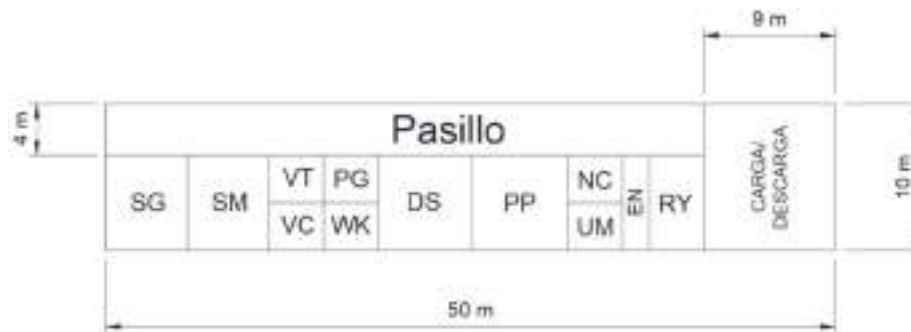


Figura III.1: Distribución en planta actual con nuevos conceptos.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV: Confección de un pedido tipo

En esta sección se establece un pedido tipo semanal para cada artículo de la organización Defipet. Para la estimación se recolecta la información de los pedidos a lo largo de 4 semanas y se construye un promedio de pedido semanal para cada producto.

En este sentido, el criterio que se adopta para aquellos promedios que resultan con decimales es el de redondear al número entero más cercano (tabla IV.1).

DESCRIPCION - ARTICULO	PEDIDO TIPO
M1	263
M2	46
M3	19
M4	33
M5	18
M6	15
M7	369
M8	185
M9	49
M10	45
M11	8
VITALPET S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	
VP1	103
VP2	76
VP3	12
VP4	77
VP5	29
VP6	83
VP7	0
VP8	0
PETFOODS SALADILLO S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	
P1	51
P2	29
P3	54
P4	39
P5	82
P6	15

P7	77
MASTERFOODS ARGENTINA LTDA.	
DESCRIPCION - ARTICULO	
MF1	24
MF2	32
MF3	14
MF4	19
MF5	23
MF6	27
MF7	8
MF8	0
EUKANUBA S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	
E1	3
E2	0
E3	5
E4	5
ROYAL CANIN ARGENTINA S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	
R1	0
R2	0
R3	10
R4	2
R5	10
R6	2
R7	5
R8	52
R9	18
VITALCAN S.A.	
DESCRIPCION - ARTICULO	
VC1	7
VC2	5
VC3	13
VC4	0
VC5	0
VC6	18
VC7	8
VC8	13
VC9	0
VC10	19

VC11	9
VC12	0
VC13	14

Tabla IV.1: Pedido tipo. Fuente: Elaboración propia

Como se observa de la tabla IV. 1 y producto del criterio de redondeo adoptado, hay ciertos artículos que poseen un promedio de pedido igual a cero por lo que son descartados del pedido tipo.

ANEXO V: Estudio de tiempos del proceso de preparación de pedidos

En esta sección se realiza un estudio de tiempos, donde se busca establecer el tiempo estándar vinculado a la realización de las tareas. Como se mencionó en el marco teórico esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo a través de observación directa considerando los debidos suplementos por fatiga y contingencias.

Básicamente permite determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

V.1. Alcance del estudio de tiempos

Antes de comenzar, se debe seleccionar y definir el trabajo que se ha de estudiar, y que en nuestro caso corresponde con el proceso de picking de productos. El mismo, se inicia con la búsqueda y extracción de productos desde sus respectivos almacenamientos; y finaliza con el depósito provisorio de los productos en la zona de carga/descarga (figura V.1).

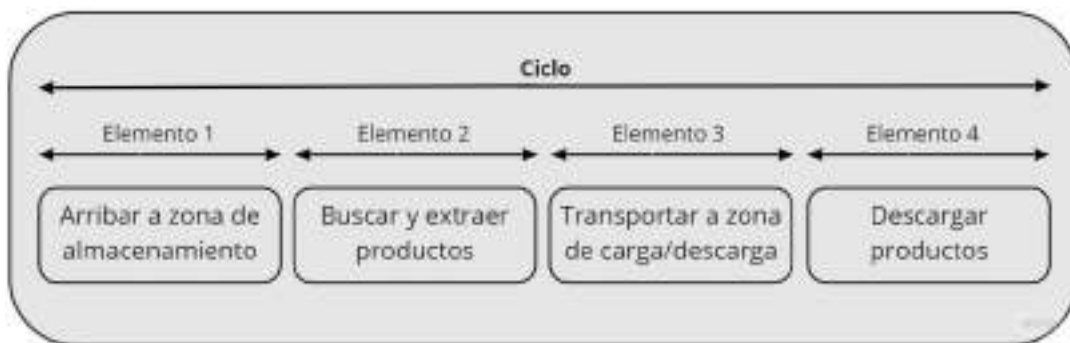


Figura V.1: Proceso de picking. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura V.1, el ciclo de trabajo se ha dividido en cuatro elementos para facilitar la observación, medición y análisis posteriores (OIT, 1996)

- E1: Arribar a la zona de almacenamiento correspondiente.
- E2: Buscar y extraer los productos almacenados requeridos.
- E3: Transportar a la zona de carga/descarga (transpaleta manual).
- E4: Descargar productos.

V.2. Técnica de medición

Durante el estudio de tiempos, se deben registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de la tarea definidos previamente. Para ello, se emplea la observación directa de un trabajador calificado dentro de su puesto de trabajo.

Tal como se definió en el marco teórico, todas las mediciones deben realizarse sobre trabajadores calificados para asegurarse que el tiempo medido sea representativo.

A la hora de realizar la medición del trabajo se utiliza un cronómetro y una hoja de registro dividida en los elementos que componen al ciclo de trabajo. A modo de ejemplo, se presenta la figura V.2 con la hoja de registro utilizada:

Hoja de registro estudio de tiempos								
Fecha:								
Operario:								
Tiempo de inicio:								
Ciclos→	1		2		3		4	
Elementos↓	T obs	V	T obs	V	T obs	V	T obs	V
E1								
E2								
E3								
E4								
Cant. bolsas								
Observaciones								

Figura V.2: Hoja de registro de estudio de tiempos. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura V.2, se registran los tiempos observados y las valoraciones de ritmo para cada elemento durante los distintos ciclos de trabajo. Asimismo, una de las filas se destina a registrar la cantidad de bolsas que el operario transporta durante el ciclo de trabajo y otra para agregar observaciones.

V.3. Número de ciclos por cronometrar

Uno de los puntos a determinar a la hora de realizar un estudio de tiempos y que va a determinar su precisión, es la cantidad de ciclos a medir. Lógicamente cuantos más ciclos se analicen, más preciso es el estudio.

De esta manera, el problema consiste en determinar el tamaño de la muestra o el número de ciclos que deben observarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados.

En este contexto se realiza una muestra preliminar y se emplea las ecuaciones 5,6 presentada en el apartado 3.9.2 de estudio de tiempos:

$$n = \left(\frac{s * t}{k * X_m} \right)$$

Donde...

n = No. de observaciones requeridas

s= Estimación de la dispersión

t= Parámetro de la distribución t de Student

k= Exactitud deseada

X_m =Valor promedio

Se decide adoptar una muestra preliminar de 10 mediciones, junto a un nivel de confianza del 95% y un error de media del 3%. De esta forma y en base a la OIT (1996), queda definido el parámetro de la distribución t de Student en 1,96 (t) y la exactitud deseada en 0,03 (k).

En la tabla V.1, se presenta el promedio (X_m) y la dispersión (s) de los tiempos preliminares observados. Finalmente, se calcula el número de observaciones (n) para cada elemento en base a las dos variables mencionadas previamente:

	T obs prom (restado)	S	n	N° de obs. Requeridas
E1	43,5	2,15	10,43	11
E2	106,8	4,21	6,64	7
E3	54,2	2,40	8,36	9
E4	45,7	2,16	9,52	10

Tabla V.1: Cálculo de N° de observaciones requeridas.

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó en el marco teórico, el tamaño de la muestra varía según las observaciones para cada elemento. Por convención, el tamaño de la muestra se calcula tomando como base el elemento que requiera la muestra de mayor tamaño (OIT 1996).

Como resultado de lo expuesto con anterioridad, se adopta como tamaño de muestra el valor de correspondiente al elemento que requiere la muestra de mayor tamaño, es decir, el elemento E1 que requiere 11 observaciones.

V.4. Medición de tiempos

Se aplica la técnica de medición continua mediante un cronometraje acumulativo. Esto implica que el cronómetro funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio y se realizan muestras de forma aleatoria.

En este aspecto, el cronómetro se pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene en ningún momento hasta no finalizar por completo la observación. Al final de cada elemento se apunta la hora que marca el cronómetro (T obs) y los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio.

Asimismo, y como se ha explicado en el marco teórico, se hace una valoración del ritmo de trabajo. En esta valoración determino la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que se tiene de lo que debe ser el ritmo tipo.

En este contexto, la cifra 100 representa el desempeño tipo. Si se opina que la operación se está realizando a una velocidad inferior se aplica un factor inferior a 100, digamos 90 o 75 o lo que le parezca representar la realidad. Si, en cambio, opina que el ritmo efectivo de trabajo es superior a la norma, se aplica un factor superior a 100: 110, 115 o 120. (OIT, 1996).

A continuación, en la tabla V.2 se presenta la medición de tiempos para el proceso de picking en la empresa analizada donde los tiempos se registran en segundos:

Tiempo de inicio		74																					
Ciclos→		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
Elementos↓	T obs	V	T obs	V	T obs	V	T obs	V	T obs	V	T obs	V	T obs	V	T obs	V	T obs	V	T obs	V	T obs	V	
E1	113	110	363	95	607	90	858	110	1111	95	1356	100	1619	95	1873	80	2126	95	2370	105	2616	105	
E2	219	100	458	110	731	85	967	105	1212	105	1477	85	1715	110	1985	95	2229	100	2481	95	2733	90	
E3	277	95	513	95	782	110	1028	90	1267	100	1526	110	1774	95	2038	105	2281	100	2530	110	2786	100	
E4	319	105	560	100	831	95	1066	115	1313	100	1576	90	1821	100	2082	105	2329	95	2576	100	2831	105	

Tabla V.2: Medición de tiempos. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla V.2, al emplear una técnica de medición continua se tiene la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación. Por otra parte, al emplear el cronometraje acumulativo, el tiempo transcurrido y el registrado deberían ser idénticos, ya que el cronómetro sólo se mira, sin volverlo a cero.

V.5. Cálculo de tiempos básicos

Una vez realizada la medición, deben procesarse los tiempos hallados y encontrar el tiempo básico de cada elemento. En este sentido y como se ha empleado una técnica de medición continua, el primer paso consiste en calcular los tiempos restados para cada elemento.

El tiempo restado (T res) es el tiempo real empleado en la ejecución de cada tarea y disiente del tiempo observado (T obs) por emplearse un cronómetro acumulativo. De esta forma, el tiempo restado (ecuación V.1) no será el tiempo que indica el cronómetro sino la diferencia entre el tiempo observado al final de cada elemento y el tiempo observado del elemento anterior (tabla V.3):

$$T res_m = T obs_m - T obs_{m-1} \quad (V.1)$$

Ciclos→	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
Elementos↓	T res	V	T res	V	T res	V	T res	V	T res	V	T res	V	T res	V	T res	V	T res	V	T res	V	T res	V
E1	39	110	34	93	27	90	17	110	45	95	23	100	43	95	52	80	44	95	41	105	40	105
E2	106	100	95	110	124	85	99	105	101	109	121	85	96	110	112	95	103	109	111	95	117	90
E3	58	95	55	95	51	110	61	90	55	100	49	110	59	95	53	105	52	100	49	110	53	100
E4	42	105	37	100	29	95	18	115	46	100	50	90	47	100	44	105	48	95	46	100	45	105

Tabla V.3: Cálculo de tiempos restados. Fuente: Elaboración propia

El tiempo básico (T bas) es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo. Es decir, es el tiempo necesario para hacer una tarea al ritmo natural y sin forzarse de los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse (OIT, 1996).

Una vez que se cuenta con los tiempos restados y se conoce el tiempo real que se emplea en la ejecución de cada elemento, se puede proceder al cálculo de los tiempos básicos como el producto del tiempo restado por la valoración del ritmo dividido 100 (ecuación V.2). Asimismo, puede calcularse el tiempo básico promedio (T bas prom) de cada elemento como el promedio de los tiempos básicos a lo largo de los 11 ciclos (tabla V.4):

$$T bas = \frac{T res \times V}{100} \quad (V.2)$$

Ciclos→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T bas
Elementos↓	T bas	T bas	T bas	T bas	T bas	T bas	T bas	T bas	T bas	T bas	T bas	prom
E1	42,9	41,8	42,3	40,7	42,75	43	40,85	41,6	41,8	43,05	42	42,07
E2	106	104,5	105,4	103,95	106,05	102,85	105,6	106,4	103	105,45	105,3	104,95
E3	55,1	52,25	56,1	54,9	55	53,9	56,05	55,65	52	53,9	53	54,35
E4	44,1	47	46,55	43,7	46	45	47	46,2	45,6	46	47,25	45,85

Tabla V.4: Cálculo de tiempos básicos. Fuente: Elaboración propia

De esta forma y como se presenta en la tabla anterior, se obtienen los tiempos básicos promedios de cada elemento medidos en segundos. Este valor corresponde con los tiempos de desarrollo de cada tarea a un ritmo tipo de desempeño.

V.6. Cálculo de suplementos

Cuando se habla de trabajo y se propone medirlo, entran ciertos períodos de ocio, de modo que la cantidad de trabajo de una tarea no es sólo el tiempo requerido para efectuarla a un ritmo tipo, sino también el tiempo suplementario que se considere necesario.

Incluso cuando se ha ideado el método más práctico, económico y eficaz, la tarea continuará exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales. De esta manera surge el suplemento por descanso.

El suplemento por descanso (ecuación V.3) es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo (suplemento por fatiga) y para que pueda atender a sus necesidades personales (suplemento por necesidades personales) (OIT (1996):

$$\text{Sup. por descanso} = \text{Sup. por fatiga} + \text{Sup. por necesidades personales (V.3)}$$

La OIT (1996) entiende aquí por fatiga al cansancio físico y/o mental, real o imaginario, que reduce la capacidad de trabajo de quien lo siente. Sus efectos pueden atenuarse previendo descansos que permitan al cuerpo y a la mente reponerse del esfuerzo realizado.

Normalmente, los suplementos por fatiga se añaden elemento por elemento a los tiempos básicos, aplicándose para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y aliviar la monotonía.

Respecto del suplemento por necesidades personales, se aplica a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo, para ir a beber algo o al retrete. En la mayoría de las empresas que lo aplican, suele oscilar entre el 5 y el 7 por ciento. En este caso, se lo calcula como el 5% del tiempo básico

Dicho esto, se procede a calcular el porcentaje de suplemento por descanso de acuerdo a las tablas que presenta la OIT (1996) en su Apéndice 3 y según las condiciones del puesto de trabajo analizado en cuestión. De este modo, en la tabla V.5 se presenta el puntaje asociado al esfuerzo y la fuerza ejercida en promedio en cada elemento de trabajo:

E2	
Fuerza ejercida promedio	7,5
Puntaje (esfuerzo intenso)	27

E3	
Fuerza ejercida promedio	60
Puntaje (esfuerzo reducido)	72

E4	
Fuerza ejercida promedio	10,5
Puntaje (esfuerzo intenso)	34

Tabla V.5: Puntaje asociada a la fuerza ejercida en promedio. Fuente: Elaboración propia

Luego, se determina para el elemento de trabajo en estudio, el grado de tensión impuesta consultando el acápite que corresponda en la tabla de tensiones y se asignan puntajes según lo indicado en dichas tablas (tabla V.6):

Elementos	Tensión Física					Tensión Mental				Condiciones de trabajo						Total Puntos
	Fuerza Media	Postura	Vibraciones	Ciclo breve	Ropa Molesta	Concentración/ ansiedad	Monotonía	Tensión visual	Ruido	Temperatura / humedad	Ventilación	Emanación de Gases	Polvo	Suciedad	Presencia de Agua	
E1	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6
E2	27	12	-	-	-	5	-	-	-	-	1	-	-	-	-	45
E3	72	6	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	80
E4	34	8	-	-	-	4	5	-	-	-	1	-	-	-	-	52

Tabla V.6: Determinación de puntajes según tensión y elemento de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, se determina el total de puntos para las tensiones impuestas por la ejecución del elemento de trabajo. Desde la tabla de conversión, estos puntajes son convertidos en suplementos por descanso apropiados (tabla V.7):

Elementos	Total Puntos	Total Sup por Descanso	Sup por Necesidades personales	Sup por Fatiga
E1	6	10	5	5
E2	45	21	5	16
E3	80	45	5	40
E4	52	25	5	20

Tabla V.7: Conversión de puntajes en suplementos por descanso.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, cada elemento de trabajo posee su propio suplemento por descanso. Este suplemento por descanso se compone del suplemento por necesidades personales que se ha considerado como un 5% del tiempo básico y el suplemento por fatiga.

Por otra parte, se considera al suplemento por contingencias como el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad (OIT, 1996).

En este suplemento se contabilizan las ligeras demoras inevitables además de los pequeños trabajos fortuitos. Es costumbre expresarlos como porcentajes del total de minutos básicos repetitivos de la tarea, porcentajes que se suman al resto de trabajo de la tarea, acompañados por suplementos por descanso, que son, a su vez, porcentajes del respectivo suplemento por contingencias. En este caso se lo considera como el 2,5% de los tiempos mencionados.

V.7. Cálculo del tiempo tipo

En base a los suplementos que se han establecido en el apartado anterior, se procede al cálculo del tiempo tipo. El mismo, constituye el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo.

En este contexto, no se entiende por trabajo únicamente la labor física o mental realizada, sino que se incluye la justa cantidad de inacción o descanso necesaria para recuperarse del cansancio causado por dicha labor, así como los suplementos por contingencia y necesidades personales.

Como se observa en la tabla V.8, el tiempo tipo de la tarea será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, más el suplemento por contingencias con su añadido por descanso (ecuación V.4):

$$\text{Tiempo tipo} = \text{Tiempo básico promedio} + \text{Sup. por contingencias} + \text{Sup. por descanso (V. 4)}$$

Elementos↓	T bas prom	Suplemento por descanso		Suplemento por contingencias		Tiempo tipo (seg)
		%	Suplemento	%	Suplemento	
E1	42,07	10	4,21	2,5	1,16	47,43
E2	104,95	21	22,04	2,5	3,17	130,17
E3	54,35	45	24,46	2,5	1,97	80,78
E4	45,85	25	11,46	2,5	1,43	58,75

Tabla V.8: Cálculo de tiempo tipo. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, se presentan los tiempos tipos medidos en segundos para los elementos que componen el ciclo de trabajo. De esta forma, el tiempo tipo total del proceso de armado de pedidos es de 317,13 segundos, correspondiente con la suma de los tiempos tipos de los elementos, y es un dato de entrada a la hora de realizar la simulación del proceso.

V.8. Promedio de bolsas transportadas

De igual manera y como se representa en la tabla V.9, se registra la cantidad de bolsas transportadas a lo largo de los once ciclos de trabajo y luego se calcula un promedio de bolsas transportadas por ciclo de trabajo:

Ciclos→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Bolsas promedio
Bolsas transportadas	7	7	6	6	5	6	8	5	5	5	6	6

Tabla V.9: Cantidad de bolsas transportadas por ciclo de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

El promedio de bolsas transportadas en cada ciclo de trabajo es de 6 unidades.