



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA DISTRIBUCIÓN ALIMENTARIA Y ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE LA PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS ON-LINE EN UNA EMPRESA DEL SECTOR

AUTORA: Lucía Romero Portalés

TUTOR: Joan Lario Femenia

Curso Académico: 2019-20

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi tutor el Doctor Joan Lario Femenia por el apoyo constante durante todo el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado, puesto que sin él este proyecto no hubiese sido posible.

A mi familia por darme la oportunidad de estudiar en la Universidad Politècnica de València y su apoyo a lo largo de todo el camino.

Por último, a mi pareja y a mis compañeros de carrera por soportarme como los que más tanto en los buenos momentos como en los malos y ser como son conmigo.

RESUMEN

El sector de la distribución alimentaria en España es uno de los más rezagados a nivel de volumen en cuanto al comercio electrónico se refiere. Otros países presentan una operativa mucho más eficiente mediante sistemas innovadores que les permiten absorber un volumen de pedidos mucho mayor diariamente y, por tanto, alcanzar un mayor beneficio finalmente.

Otros sectores dentro del panorama español concentran un volumen mayor de ventas realizadas on-line, que sería el objetivo que conseguir por parte del sector analizado en este estudio.

Por esto, en este proyecto, se trata de redefinir el proceso de preparación de pedidos o *picking* tratando de eliminar al máximo las ineficiencias existentes en el procedimiento tradicional. La propuesta se desarrolla en torno a un centro de distribución que permitiría, a nivel de capacidad, la instalación de los medios de almacenamiento automatizados necesarios.

Se buscará, por tanto, reducir el *lead time* necesario para cumplimentar las órdenes diarias, al mismo tiempo que se reducen los costes operativos. Para llegar hasta estos resultados se realizarán distintos análisis previos.

En primer lugar, se quiere detallar y caracterizar la situación en que se encuentra el sector de la distribución alimentaria, aportando datos de volumen de ventas, información sobre los consumidores, próximas tendencias y principales áreas de mejora. Con esto, se pretende ayudar al lector a comprender la importancia de buscar alternativas que permitan optimizar el proceso.

Seguidamente, se analiza el proceso de *picking* de acuerdo con el método tradicional, mediante un estudio de tiempos realizado empíricamente y apoyado además por una encuesta realizada a los usuarios.

Posteriormente, se agrupan los productos por categoría dependiendo de si son secos, frescos o congelados, averiguando también la cantidad de referencias que hay en cada uno de los grupos y la demanda diaria de cada uno de ellos. Con esto, se elabora una propuesta definiendo las dimensiones y necesidades de capacidad de manera que se llegue a una estimación de la inversión necesaria. Esta inversión se determina que rondará los 2.840.000 €.

Finalmente, se calculan indicadores económicos como son el VAN, TIR y el periodo de retorno de la inversión que dan pie a interpretar si el proyecto es viable o no.

ABSTRACT

The grocery retail sector in Spain is one of the most laggards at a volume level in terms of electronic commerce. Other countries have a much more efficient operative thanks to innovative systems that allow them to absorb a much higher volume of orders on a daily basis and, therefore, achieve a greater profit eventually.

Other sectors within the Spanish business concentrate a higher volume of sales made online, which would be the aim to be achieved by the sector analysed in this study.

For this reason, in this project, the goal is to redefine the picking process to try to eliminate as much as possible the inefficiencies triggered by the traditional procedure. The proposal is developed around a distribution centre that will allow, in terms of capacity, the installation of the necessary automated storage systems.

Therefore, efforts will be made to reduce the lead time regarding daily orders, while reducing operating costs. To achieve these results, different preliminary analysis will be carried out.

First, the situation will be detailed and characterized within the groceries retail sector, providing data about sales volume, consumers profile, upcoming trends, and main areas for improvement. This is done in order to help the reader understand the importance of searching for alternatives which optimize the process.

Next, an analysis of the traditional picking process will be done, using a time measurement of the process and also considering the results of the survey conducted.

After that, the products are grouped by different categories of whether they are dry, fresh or frozen, obtaining the number of references in each of the groups and the daily demand for each of them. With this information and the calculations made, the investment is determined to be around € 2,840,000.

Finally, economic indicators such as NPV, IRR and the period of return on investment are calculated, giving an insight to whether the project is viable or not.

RESUM

El sector de la distribució alimentària a Espanya és un dels més ressagats a nivell de volum en quant al comerç electrònic es refereix. Altres països presenten una operativa molt més eficient mitjançant sistemes innovadors que els permeten absorbir un volum de comandes molt major diàriament i, per tant, aconseguir un major benefici finalment.

Altres sectors dins del panorama espanyol concentren un volum major de vendes realitzades on-line, que seria l'objectiu que aconseguir per part del sector analitzat en aquest estudi.

Per això, en aquest projecte, es tracta de redefinir el procés de preparació de comandes o *picking* tractant d'eliminar al màxim les ineficiències existents en el procediment tradicional. La proposta es desenvolupa entorn d'un centre de distribució que permetria, a nivell de capacitat, la instal·lació dels mitjans d'emmagatzematge automatitzats necessaris.

Es buscarà per tant, reduir el *lead time* necessari per a terminar les ordres diàries, al mateix temps que es redueixen els costos operatius. Per a arribar fins a aquests resultats es realitzaran diferents anàlisis previs.

En primer lloc, es vol detallar i caracteritzar la situació en què es troba el sector de la distribució alimentària, aportant dades de volum de vendes, informació sobre els consumidors, pròximes tendències i principals àrees de millora. Amb això, es pretén ajudar el lector a comprendre la importància de buscar alternatives que permeten optimitzar el procés.

Seguidament, s'analitza el procés de *picking* d'acord amb el mètode tradicional, mitjançant un estudi de temps realitzat empíricament i secundat a més per una enquesta realitzada als usuaris.

Posteriorment, s'agrupen els productes per categoria depenent de si són secs, frescos o congelats, esbrinant també la quantitat de referències que hi ha en cadascun dels grups i la demanda diària de cadascun d'ells. Amb això, s'elabora una proposta definint les dimensions i necessitats de capacitat de manera que s'arribe a una estimació de la inversió necessària. Aquesta inversió es determina que rondarà els 2.840.000 €.

Finalment, es calculen indicadors econòmics com són el VAN, TIR i el període de retorn de la inversió que donen peu a interpretar si el projecte és viable o no.

I. ÍNDICE

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Introducción | 1 |
| 1.1. | Objeto del proyecto | 1 |
| 1.2. | Introducción al problema | 1 |
| 2. | Motivación | 7 |
| 3. | Objetivos | 8 |
| 4. | Antecedentes | 9 |
| 4.1. | E-commerce | 9 |
| 4.2. | Clasificación del comercio electrónico | 10 |
| 4.3. | Ventajas e inconvenientes del <i>ecommerce</i> | 14 |
| 4.3.1. | Ventajas del comercio electrónico | 14 |
| 4.3.2. | Inconvenientes del comercio electrónico | 15 |
| 4.3.3. | Barreras del comercio electrónico | 16 |
| 4.4. | E-Logistics. Impacto del comercio electrónico en la logística | 17 |
| 4.4.1. | Last-mile | 17 |
| 4.4.2. | Preparación de pedidos o <i>Picking</i> | 18 |
| 4.4.3. | El impacto del comercio electrónico en la logística | 18 |
| 4.5. | Caracterización sector de la alimentación | 21 |
| 4.5.1. | Datos de consumo | 21 |
| 4.5.2. | Perfil de los usuarios en España | 25 |
| 4.5.3. | Requisitos y causas de insatisfacción en los consumidores | 26 |
| 4.6. | Distribución comercial en España | 28 |
| 4.7. | Retail | 30 |
| 4.7.1. | Top retailers | 31 |
| 4.7.2. | Tesco | 33 |
| 4.7.3. | Walmart | 34 |
| 4.7.4. | Carrefour | 34 |
| 4.7.5. | Amazon | 35 |
| 4.7.6. | Mercadona | 36 |
| 5. | Propuesta y desarrollo | 37 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.1. | Análisis de la problemática | 37 |
| 5.1.1. | Coste de preparación de pedido en tienda física..... | 40 |
| 5.2. | Clasificación de productos..... | 42 |
| 5.3. | Supuestos | 44 |
| 5.4. | Valoración de alternativas..... | 45 |
| 5.4.1. | Unidad de almacenaje..... | 45 |
| 5.4.2. | Sistemas de almacenaje | 46 |
| 5.4.3. | Metodología | 55 |
| 5.5. | Propuesta centro de distribución..... | 61 |
| 5.5.1. | Carrusel horizontal | 63 |
| 5.5.2. | A-Frame | 65 |
| 5.5.3. | Multi-shuttle System | 66 |
| 6. | Resultados y discusión | 70 |
| 6.1. | Estimación de la inversión..... | 70 |
| 6.2. | Otros cálculos | 71 |
| 7. | Análisis económico y Presupuesto | 79 |
| 7.1. | Presupuesto..... | 79 |
| 7.2. | Viabilidad del proyecto | 80 |
| 7.2.1. | <i>Payback</i> | 80 |
| 7.2.2. | VAN y TIR..... | 81 |
| 8. | Conclusiones..... | 83 |
| 9. | Bibliografía | 85 |

II. ÍNDICE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Evolución trimestral del volumen de negocio del comercio electrónico y variación interanual. Fuente: CNMC, 2019. Informe sobre el comercio electrónico en España..... | 2 |
| Figura 2. Cuota del comercio electrónico del gran consumo en valor. Fuente: CESCE. 2019. Informe sectorial de la economía española. Distribución alimentaria. | 3 |
| Figura 3. Costes por etapa de la cadena de suministro. Fuente: Capgemini Research Institute. The last mile delivery challenge (2019)..... | 5 |
| Figura 4. Evolución trimestral del volumen de negocio del comercio electrónico y variación interanual para la rama de Hipermercados, Supermercados y Tiendas de alimentación. Fuente: CNMC, 2020. Informe sobre el comercio electrónico en España. | 14 |
| Figura 5. Representación de inconvenientes del comercio electrónico en función de su importancia. Fuente: A. Gómez Gómez et al. (2003). Análisis de la situación actual del comercio electrónico en las empresas..... | 16 |
| Figura 6. Principales razones por las que los no compradores no han adquirido productos a través de internet. Fuente: ONTSI, 2019. El Comercio Electrónico B2C en España 2018..... | 16 |
| Figura 7. Aspectos satisfactorios y mejorables de los sitios de compra online. Fuente: ONTSI, 2019. El Comercio Electrónico B2C en España 2018..... | 17 |
| Figura 8. Cadena de suministro tradicional. Fuente: M. Pérez Pérez et al. 2002, Las implicaciones del comercio electrónico para el sector del transporte..... | 19 |
| Figura 9. Porcentaje de usuarios que ha utilizado Internet para hacer un pedido. Fuente: ONTSI, 2019. Indicadores de Comercio Electrónico. | 21 |
| Figura 10. Porcentaje de consumidores que recibe entregas de alimentación más de una vez por semana. Fuente: Capgemini, 2018 “The last mile delivery challenge”..... | 22 |
| Figura 11. Probabilidad de comprar alimentos en línea en el próximo año. Fuente: D. Dahlhoff et al. 2018 “PwC. Global Consumer Insights Survey”. | 23 |
| Figura 12. Porcentaje de gasto medio en las compras en línea por rango. Fuente: ASEDAS, 2019 “Observatorio para la evolución del comercio electrónico de alimentación: avances y perspectivas 2019”..... | 24 |
| Figura 13. Distribución de internautas por perfil sociodemográfico. Fuente: ONTSI, 2019 “El Comercio Electrónico B2C en España 2018”..... | 26 |
| Figura 14. Plazo razonable en porcentaje que consideran los internautas compradores. Fuente: ONTSI, 2019 “Estudio sobre el Comercio Electrónico B2C”..... | 27 |
| Figura 15. Servicios más valorados por los consumidores en porcentaje. Fuente: PwC, 2018. Global Consumers Insight Survey..... | 28 |
| Figura 16. Representación de los tipos de canales de distribución. Fuente: Apuntes de Logística de Distribución Directa e Inversa. DOE. UPV | 29 |

| | |
|--|----|
| Figura 17. Variación anual de las ventas en el comercio minorista. Fuente: INE, 2020. Índices de Comercio al por Menor (ICM). Base 2015..... | 30 |
| Figura 18. Evolución participación en el mercado por cadena de distribución. Fuente: El Confidencial & El País..... | 33 |
| Figura 19. Preferencia de ubicación en la que realizar la preparación de pedidos on-line. Fuente: Capgemini, 2019. “The last mile delivery challenge” | 37 |
| Figura 20. Porcentaje de horas por tarea. Fuente: MWPVL International Inc., 2013. How to Select a Split Case Picking System | 39 |
| Figura 21. Costes en el centro de distribución. Fuente: M. Ellinger et al, 2013. <i>How to Choose an Order-Picking System</i> | 40 |
| Figura 22. Gráfico de distribución de la toma de tiempos. Fuente: elaboración propia | 41 |
| Figura 23. Gráfico de dispersión datos de los encuestados. Fuente: elaboración propia | 42 |
| Figura 24. Cajas plásticas Eurobox BasicLine. Fuente: Comansa.eu | 45 |
| Figura 25. Carrusel horizontal automático. Fuente: Mecalux, s.f. Almacenes verticales y carruseles verticales u horizontales | 47 |
| Figura 26. Estructura del carrusel horizontal. Fuente: Modula, s.f..... | 48 |
| Figura 27. A-Frame SSI Schäfer. Fuente: www.ssi-schaefer.com | 50 |
| Figura 28. Click&Pick AutoStore. Fuente: Revista Logística y Transporte, 2017. Click&Pick de Swisslog, una cartera de soluciones para el comercio electrónico..... | 51 |
| Figura 29. Sistema Multi-shuttle de Dematic. Fuente: MWPVL, s.f. A supply chain consultant evaluation of the Dematic shuttle system. | 52 |
| Figura 30. Sistema de shuttles. Fuente: TGW. | 53 |
| Figura 31. Disposición de la zona de productos refrigerados y congelados. Fuente: Elaboración propia. | 66 |
| Figura 32. Batch picking en el carrusel horizontal. Fuente: Modula, s.f. | 67 |
| Figura 33. Funcionamiento preparación de pedidos en Multi-Shuttle. Fuente: Dematic, s.f..... | 68 |
| Figura 34. Conveyor de salida hacia el Multi-shuttle. Fuente: Dematic, s.f..... | 68 |
| Figura 35. Caída de los productos en la bandeja de su pedido. Fuente: SSI Schäfer, s.f. | 69 |
| Figura 36. Mesa elevadora hidráulica Ayerbe. Fuente: Suministros Urquiza, s.f | 69 |
| Figura 37. Layout del almacén. Fuente: V. Kämäräinen et al. (2001). | 70 |
| Figura 38. Gráfico de inversión por línea en función de utilización y productividad. Fuente: Elaboración propia. | 76 |
| Figura 39. Resultados acumulados por año. Fuente: elaboración propia | 78 |

III. ÍNDICE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Ventajas para los consumidores y las empresas. Fuente: Gómez Gómez et al. (2004) La importancia del comercio electrónico y su incidencia en la logística de aprovisionamientos. ... | 15 |
| Tabla 2. Porcentaje de personas que han comprado productos de alimentación (habiendo comprado en los últimos 12 meses). Fuente: ONTSI, 2019 “Indicadores de Comercio Electrónico”..... | 23 |
| Tabla 3. Productos por orden de peso en ventas valor para ambos canales. Fuente: IRI, 2019 “Infoscan TAM mayo 2019”. | 25 |
| Tabla 4. Representación por rango de edad. Fuente: Netrica y AECOC, 2019 “Ventas Ecommerce en Productos de Gran Consumo (GC)”..... | 25 |
| Tabla 5. Datos de los diez primeros detallistas según la clasificación de Deloitte. Fuente: Deloitte, 2020 “Global Powers of Retailing 2020”..... | 31 |
| Tabla 6. Datos de las empresas españolas presentes en el ranquin. Fuente: Deloitte, 2020 “Global Powers of Retailing 2020”..... | 32 |
| Tabla 7. Principales distribuidores de productos de gran consumo. Fuente: Netquest, & AECOC, 2019 “Ventas E-commerce en Productos de Gran Consumo (GC)”..... | 32 |
| Tabla 8. Resumen toma de tiempos experimental. Fuente: elaboración propia | 40 |
| Tabla 9. Respuestas para las compras de 100€ según los usuarios. Fuente: elaboración propia | 42 |
| Tabla 10. Clasificación de las referencias en el almacén. Fuente: elaboración propia | 43 |
| Tabla 11. Dimensiones de las unidades de almacenaje a utilizar. Fuente: Comansa Comercial de Manutención S.L..... | 46 |
| Tabla 12. Vista de las cajas a utilizar. Fuente: Comansa.eu | 46 |
| Tabla 13. Resumen características tecnológicas del carrusel horizontal. Fuente: MWPVL International Inc., 2013). How to Select a Split Case Picking System. | 48 |
| Tabla 14. Resumen características tecnológicas del Mini-load. Fuente: MWPVL International Inc., 2013, How to Select a Split Case Picking System. | 49 |
| Tabla 15. Resumen características tecnológicas del A-Frame. Fuente: R. Meller & J. Pazour (2008). <i>A heuristic for SKU assignment and allocation in an A-Frame system.</i> | 50 |
| Tabla 16. Resumen características tecnológicas del sistema Click&Pick. Fuente: MWPVL International Inc., 2013). How to Select a Split Case Picking System. | 51 |
| Tabla 17. Resumen características tecnológicas del sistema Multi-shuttle. Fuente: MWPVL International Inc., 2013). How to Select a Split Case Picking System. | 53 |
| Tabla 18. Tabla resumen de las opciones de sistemas de almacenaje. Fuente: elaboración propia | 54 |

| | |
|--|----|
| Tabla 19. Agrupación de categorías por sistema de almacenaje. Fuente: elaboración propia .. | 55 |
| Tabla 20. Significado variables utilizadas en ecuación 17. Fuente: elaboración propia | 59 |
| Tabla 21. Distribución de probabilidades productos tipo A. Fuente: Meller & Pazour (2008)... | 62 |
| Tabla 22. Datos para cada tipo de producto. Fuente: elaboración propia | 62 |
| Tabla 23. Resultados de unidades de almacenaje para carrusel horizontal. Fuente: elaboración propia. | 65 |
| Tabla 24. Resumen de la inversión a realizar. Fuente: elaboración propia | 71 |
| Tabla 25. Resumen cálculos A-Frame. Fuente: elaboración propia | 72 |
| Tabla 26. Resumen cálculos carrusel horizontal. Fuente: elaboración propia | 73 |
| Tabla 27. Resumen cálculos Multi-shuttle. Fuente: elaboración propia | 73 |
| Tabla 28. Resumen comparación sistema tradicional con automatizado. Fuente: Elaboración propia. | 74 |
| Tabla 29. Cálculo cargas sociales para la empresa por operario. Fuente: Mercadona, 2020..... | 74 |
| Tabla 30. Cálculo horas productivas anuales. Fuente: Elaboración propia. | 75 |
| Tabla 31. Otros costes que asume la empresa. Fuente: Mercadona, 2020..... | 75 |
| Tabla 32. Cálculo coste total y coste por hora por operario para la compañía. Fuente: Elaboración propia. | 75 |
| Tabla 33. Inversión recomendable por línea de pedido en función de utilización y productividad. Fuente: Elaboración propia. | 76 |
| Tabla 34. Distribución operarios por zona del almacén. Fuente: Elaboración propia. | 77 |
| Tabla 35. Ahorros anuales. Fuente: Elaboración propia. | 77 |
| Tabla 36. Presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia. | 79 |
| Tabla 37. Cálculo flujos de caja ajustados y acumulados. Fuente: Elaboración propia. | 81 |
| Tabla 37. Flujos de caja anuales. Fuente: elaboración propia | 82 |

IV. ÍNDICE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| Ecuación 1. Ecuación logarítmica de ajuste de los datos | 41 |
| Ecuación 2. Cálculo de niveles por contenedor necesarios. Fuente: Elaboración propia..... | 56 |
| Ecuación 3. Cálculo contenedores necesarios para cada tipo de producto. Fuente: Elaboración propia. | 56 |
| Ecuación 4. Cálculo del coste variable. Fuente: Elaboración propia..... | 56 |
| Ecuación 5. Cálculo módulos necesarios en A-Frame. Fuente: Elaboración propia. | 56 |
| Ecuación 6. Coste variable del A-Frame. Fuente: Elaboración propia. | 56 |
| Ecuación 7. Cálculo de ubicaciones por nivel. Fuente: Elaboración propia. | 57 |
| Ecuación 8. Cálculo de niveles necesarios. Fuente: Elaboración propia..... | 57 |
| Ecuación 9. Coste variable Multi-shuttle. Fuente: Elaboración propia..... | 57 |
| Ecuación 10. Coste variable <i>pick-to-light</i> . Fuente: Elaboración propia. | 57 |
| Ecuación 11. Cálculo del coste total. Fuente: Elaboración propia. | 57 |
| Ecuación 12. Cálculo pedidos por hora A-Frame. Fuente: Elaboración propia..... | 58 |
| Ecuación 13. Cálculo tiempo necesario de preparación de pedidos en A-Frame. Fuente: elaboración propia | 58 |
| Ecuación 14. Cálculo tiempo necesario de preparación de pedidos en carrusel. Fuente: elaboración propia | 58 |
| Ecuación 15. Cálculo necesidades mano de obra en carrusel. Fuente: elaboración propia..... | 58 |
| Ecuación 16. Coste por hora por operario. Fuente: elaboración propia | 59 |
| Ecuación 17. Inversión por línea de pedido Fuente: V. Kämäräinen et al. (2001) | 59 |
| Ecuación 18. Cálculo inversión total máxima recomendable. Fuente: V. Kämäräinen et al. (2001) | 60 |
| Ecuación 19. Cálculo ahorros anuales. Fuente: V. Kämäräinen et al. (2001)..... | 60 |
| Ecuación 19. cálculo horas diarias preparación de pedidos en tienda. Fuente: Elaboración propia. | 74 |
| Ecuación 20. Cálculo líneas de pedido anuales. Fuente: Elaboración propia. | 77 |
| Ecuación 22. Cálculo flujos de caja ajustados | 80 |
| Ecuación 23. Cálculo del <i>payback</i> | 81 |
| Ecuación 22. Amortización de la instalación. Fuente: elaboración propia. | 81 |
| Ecuación 23. Cálculo costes de mantenimiento por año. Fuente: elaboración propia. | 81 |
| Ecuación 24. Cálculo del VAN..... | 82 |

1. INTRODUCCIÓN

Este apartado pretende introducir al lector en la problemática que rodea el presente estudio aportando datos actuales de tendencias, volumen de negocio y cuotas de mercado con respecto al sector de la distribución alimentaria dentro del comercio electrónico. Además, se muestran algunas de las principales áreas de mejora existentes actualmente que tienen relación con el sector logístico y se aclara la motivación que acompaña el análisis realizado en este trabajo.

1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es analizar los beneficios que supondría la automatización de la preparación de pedidos (*picking*) on-line en el sector de la alimentación. Estas ventajas incluyen la reducción del tiempo de preparación y la eliminación de actividades que no añaden valor al servicio, con la consiguiente reducción de costes.

Para poder alcanzar el objetivo del TFG, se tomará como referencia la tecnología usada en el sector farmacéutico y se aplicará al sector de la alimentación puesto que los productos de ambos sectores poseen características similares. Además, para realizar el análisis de la adecuación y de los beneficios que aporta la automatización se realizarán varios cálculos con el tiempo de preparación y el coste por operario y hora que supone para la compañía. Estos datos permitirán discernir si el cambio en el procedimiento supone una mejora relevante y justifican la inversión.

1.2. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

El *e-commerce* ha crecido sustancialmente, hasta el punto en que en 2018 se estimaba un 10% de las ventas de retail en todo el mundo. (PwC, Global consumers insight survey, 2018). El tipo de comercio electrónico en el que operan las empresas de distribución alimentaria se trata del Business to Customer (B2C) que se explicará en los próximos apartados.

Para este tipo de *e-commerce*, según un estudio conducido por el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI), la tendencia del comercio electrónico B2C en 2018 continuó siendo creciente y alcanzó en España un nivel de negocio de más de 40.000 millones de euros. Esto supone un crecimiento del 32,4% con respecto al año anterior (OTNSI, 2019. El Comercio Electrónico B2C en España 2018).

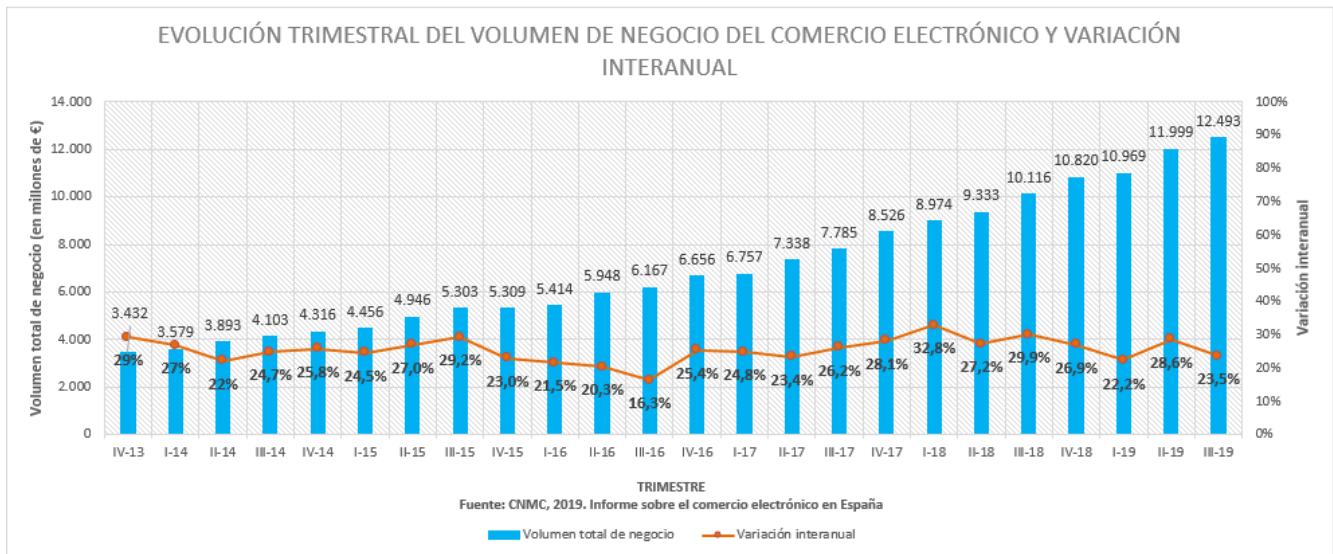


Figura 1. Evolución trimestral del volumen de negocio del comercio electrónico y variación interanual.
Fuente: CNMC, 2019. Informe sobre el comercio electrónico en España.

En la figura 1 se puede ver la tendencia que ha seguido el volumen de negocio en los últimos años, y que previsiblemente continuará aumentando en los próximos trimestres. Además, se observa un crecimiento de 8 mil millones de € en un periodo de 5 años (desde el tercer trimestre de 2014 hasta el tercer trimestre de 2019).

Sin embargo, con la creciente importancia del comercio electrónico en todos los sectores, se ha fomentado la competitividad entre los implicados. Se necesitan nuevas ventajas competitivas para aumentar la cuota de mercado (*market share*) o mantenerla y poder hacer frente a los desafíos existentes en el entorno de cada sector. Es por ello por lo que las compañías buscan innovar en sus procesos a lo largo de toda la cadena de suministro con el fin de reducir costes y poder fidelizar a sus consumidores ofreciéndoles experiencias mejoradas. Actualmente, se busca conseguir flexibilidad y agilidad ante la incertidumbre y las constantes variaciones en la demanda, lo que se traduce en buscar una mejora de todo el sistema productivo.

El sector de la distribución alimentaria refleja dicha innovación, puesto que las empresas están realizando esfuerzos para adaptarse a las nuevas tendencias y hábitos de compra de los consumidores buscando mantener su cuota de mercado. Lo han hecho dándole más importancia a los productos perecederos y comenzando su estrategia digital. Además, para conseguir mantener su *market share*, las compañías han sufrido una guerra de precios liderada por Mercadona y otras empresas como Lidl, Aldi o DIA que siguen la estrategia del *hard-discount*.

Como se ha mencionado, es importante conocer los nuevos hábitos de los consumidores junto con sus características. Según Kantar Worldpanel el consumidor ahora es más digitalizado, posee más información y es más exigente. Concretamente, tomando los datos del Barómetro

del Comercio Electrónico en España (2018), el 19% de los compradores on-line compran alimentos frescos y bebidas por internet (J. Watling et al., 2019).

A pesar de que el comercio electrónico de la alimentación es el sector que menos ha crecido frente a otros como el de la tecnología, la moda o los viajes, este ha aumentado exponencialmente en los últimos años, llegando hasta el 1,9% en 2019 de volumen de ventas on-line con respecto al total. El canal on-line no amenaza con sustituir a la compra tradicional, sin embargo, este tipo de compra se prevé que continuará expandiéndose en los próximos años (CESCE, 2015).

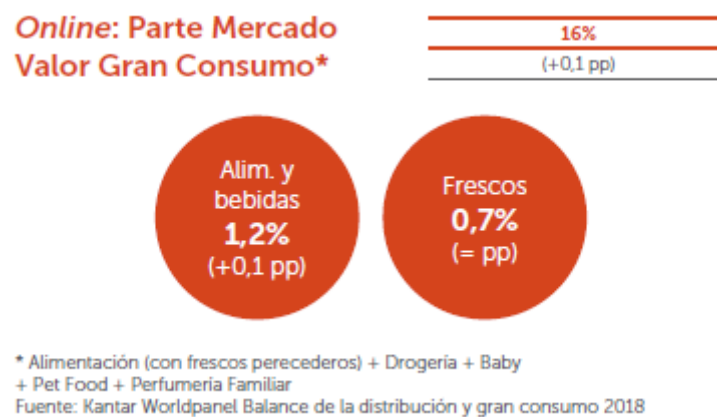


Figura 2. Cuota del comercio electrónico del gran consumo en valor. Fuente: CESCE. 2019. Informe sectorial de la economía española. Distribución alimentaria.

En vistas de la previsión del crecimiento de las ventas en línea es importante ver cuáles son las áreas de mejora en este sector. Se ha investigado en cuanto a cuáles son las partes que más costes y desafíos suponen para las empresas de la distribución alimentaria, que ofrecen el servicio de venta en línea, con la finalidad de seleccionar una y proponer mejoras. Concretamente para los sectores relacionados con la alimentación y los bienes de consumo se identifican varios desafíos o puntos que son más complejos:

- **Logística de distribución directa.** Supone un inconveniente tanto para el cliente como para los distribuidores. En el caso de los clientes significa elevados gastos de envío y en el caso de los distribuidores implica asumir grandes costes de entrega en el hogar (CESCE, 2015). Concretamente, el 59% de los consumidores de la venta on-line están insatisfechos debido a los elevados costes de envío que han de pagar.

Por otro lado, según la información analizada, el 99% de los encuestados considera que las ventas on-line ofrecen menor rentabilidad que aquellas hechas en tienda física, específicamente un 19% menos de rentabilidad. Esta disminución es debida a los elevados costes de mano de obra y logísticos en los que se incurre, especialmente en la

última milla. Además, los expertos encuestados afirmaron que esto podría cambiar si estas órdenes se procesaran en los centros de distribución consiguiendo así una reducción de inventarios, flexibilidad en el *lead time* y mayor frecuencia de entregas (Capgemini, 2019. The last mile challenge).

- **La venta de productos frescos** continúa siendo un desafío puesto que los consumidores desconfían de comprar estos productos. El 61% que compra on-line y recoge en tienda física prefiere adquirir los productos perecederos una vez acude al establecimiento para recoger su pedido (Capgemini, 2019).

Además, para los operadores logísticos y los distribuidores también presenta inconvenientes ya que estos productos han de ser transportados y entregados en un período corto de tiempo para evitar que se desperdicien.

- **Almacenamiento de productos** en el sector de la alimentación. A menudo requieren condiciones específicas de almacenamiento, entre ellas, la temperatura y/o la humedad en el ambiente, lo que hace que se complique la fase de manutención.
- **Última milla (*last mile delivery*):** se trata de la última fase del proceso en la cual los productos son distribuidos a cada cliente. Según un estudio de Capgemini Research Institute “The last mile delivery challenge, 2019” el 41% de los costes de toda la cadena de suministro corresponden con esta etapa (Figura 3). Es el punto más relevante de todo el proceso puesto que determina en gran medida la satisfacción del cliente. Se necesita que las entregas lleguen a tiempo y en las condiciones de calidad requeridas. Sin embargo, esto no siempre es posible debido a que a menudo las ventanas horarias que se ofrecen al cliente son demasiado amplias y frecuentemente la compra no es entregada porque el usuario no se encuentra en el punto de entrega.

Por otro lado, según el mismo estudio de Capgemini, el 47% de los usuarios está insatisfecho ya que no tiene la posibilidad de elegir entrega en el mismo día (*same-day delivery*)

PORCENTAJE DE COSTE POR ACTIVIDAD

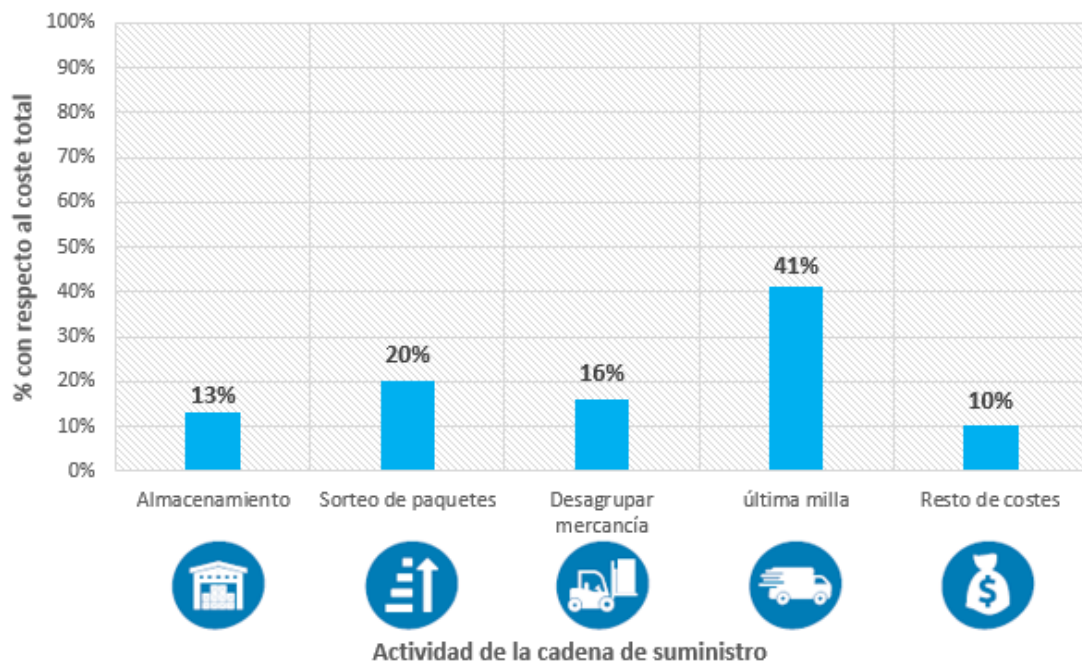


Figura 3. Costes por etapa de la cadena de suministro. Fuente: Capgemini Research Institute. The last mile delivery challenge (2019)

Como se puede observar, la logística juega un papel muy importante para cumplir con las expectativas del comprador y conseguir un determinado nivel de servicio. Como se ha dicho en el primer punto, los gastos de envío que tienen los consumidores y el coste que asumen los distribuidores al transportar la mercancía hacia los hogares son demasiado elevados (CESCE, 2015).

Teniendo en cuenta esta información, es notable que, junto con la problemática de la última milla, la optimización de preparación de pedidos recibidos a través del canal on-line también puede contribuir a la reducción de costes totales y, por tanto, obtener mayor beneficio de la transacción. Los expertos recomendaban procesar las órdenes en centros de distribución o almacenes para poder conseguir reducción de inventarios, más flexibilidad en el lead time y mayor frecuencia de entregas. Para conseguir esto, se va a proponer el uso de sistemas de almacenamiento y mantenimiento automatizados.

El uso de estos medios va a hacer que la productividad de los operarios aumente ya que serán capaces de procesar un mayor número de líneas de pedido en el mismo período de tiempo. También comportará la eliminación de desplazamientos innecesarios y, en consecuencia, reducirá el coste para la compañía ya que se necesitará menor número de operarios realizando la tarea de picking. Como consecuencia, el lead time necesario se rebajará y se podrá ofrecer a los clientes una ventana horaria de entrega más ajustada.

Estas afirmaciones se cuantificarán en los próximos apartados con datos concretos obtenidos tanto empíricamente como de otros estudios ya realizados por otros investigadores. Para medir el impacto en términos monetarios, se mostrará un presupuesto con los costes asociados al nuevo planteamiento y se comparará con el coste que supone el modo de operación actual.

Estos sistemas de almacenamiento y manutención, que se comentarán más adelante, son utilizados en otros sectores. Para ilustrar en qué consiste esta tecnología se utilizarán ejemplos concretos en los que la automatización haya sido protagonista.

Posteriormente, se va a mostrar el estado del sector de la distribución alimentaria en España y las diferencias que presenta frente a otros países europeos que están más avanzados. El objetivo de esto es ver la magnitud del margen de mejora que se tiene en el sector para poder proponer la aplicación de las técnicas, la tecnología y la estrategia adaptadas a nuestras condiciones. Una vez se haya conseguido esto, se realizarán los cálculos necesarios para cuantificar el coste para la empresa de un operario y con ello estimar el ahorro que se conseguiría con la agilización del proceso.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto en este punto, queda clara la motivación que acompaña a la realización de este análisis. Existe una problemática actual que es la de continuar siendo competitivo en un mercado tan dinámico y turbulento mediante la innovación en procesos, tecnología y estrategia. Consiguiendo mantener el ritmo de las exigencias de los consumidores y alineando los objetivos de la empresa con los deseos de los clientes, se podrá obtener la ventaja competitiva necesaria para sostener la cuota de mercado o, incluso, aumentarla. Esto se debe a que los clientes aumentan su lealtad hacia las empresas si estas cumplen con sus demandas (Capgemini, 2019).

En resumen, se va a tratar de proponer la utilización de la tecnología avanzada que ya usan otros sectores en España, como sustituta de la metodología manual actual. La finalidad será mostrar el impacto conseguido con la automatización de la preparación de pedidos en una empresa del sector de la distribución alimentaria.

2. MOTIVACIÓN

La creciente importancia del comercio electrónico y, por consiguiente, el crecimiento de las ventas ha hecho que el *retail* sea mucho más complejo y competitivo que antes. Por eso, la mayoría de las compañías han tratado de diferenciarse buscando nuevas oportunidades de venta en nuevos segmentos de clientes. Se han desarrollado canales on-line para complementar o sustituir la operativa en las tiendas físicas y así ofrecer un mejor servicio al cliente.

De entre los sectores más relevantes del *retail*, el sector de la distribución alimentaria es aquel que menos ha crecido en los últimos años como se verá en los próximos apartados. Es por esto por lo que resulta interesante analizar cuáles son las posibles áreas de mejora de manera que se consiga optimizar el proceso. Así, se conseguirá también reducir los costes y aumentar el beneficio final.

Se ha identificado el proceso de la preparación de pedidos como uno de los más ineficientes, ya que se realiza completamente de forma manual y esto incrementa el tiempo total necesario para entregar las órdenes de los clientes. De esta forma, las razones para centrarse en esta temática se detallan a continuación:

En primer lugar, se desea plantear una solución para un caso real desde el punto de vista teórico. Partiendo de los datos obtenidos empíricamente para simular la operativa de una empresa del sector de la distribución alimentaria, se tratará de mostrar la magnitud de la reducción de costes que se podría conseguir si se eliminan desperdicios e ineficiencias contando con la infraestructura y la tecnología necesaria.

La segunda razón que apoya la decisión de desarrollarlo es el interés por la mejora continua en el entorno empresarial. Por eso, se propone la adopción de la tecnología como parte de uno de los procesos más relevantes dentro de la cadena de suministro en la medida en que lo convierta en uno más eficiente y eficaz.

Por último, la motivación de la realización de este trabajo de fin de grado surge por la intención de aplicar los conocimientos aprendidos en el Grado de Ingeniería de Organización Industrial que estén relacionados con la temática de este. Entre ellos están conceptos relacionados con la logística y las etapas del canal de distribución, técnicas de *Lean Manufacturing*, cálculo de costes, toma de tiempos, entre otros.

3. OBJETIVOS

Principalmente la misión es evaluar la viabilidad de los sistemas de almacenamiento y mantenimiento automatizados en un centro de distribución para la preparación y expedición de pedidos del minorista de alimentación.

Sin embargo, el presente trabajo cuenta también con múltiples objetivos que permitirán llegar a las conclusiones. Para poder cumplir plenamente el objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Exponer la situación del comercio electrónico en el sector de los bienes de consumo en España y otros países referentes mediante datos concretos de consumo y tecnológicos, con el objetivo de identificar las posibles áreas de mejora para aplicarlas en España.
- Definir los conceptos logísticos más relevantes relacionados con la preparación de pedidos y el comercio electrónico en una empresa de distribución de bienes de consumo, para establecer un marco de referencia.
- Caracterizar a los consumidores de bienes consumo a través del canal digital.
- Mostrar la operativa actual de algunas empresas del sector de bienes de consumo en la preparación de pedidos realizados a través del canal on-line.
- Identificar ineficiencias en la realización de la tarea de *picking*.
- Definir la ejecución automatizada de preparación de pedidos mediante casos de innovación tecnológica de otras empresas
- Categorizar por familias los productos suministrados por la empresa en función de su naturaleza y, posteriormente, en función de su rotación para determinar cuáles de ellos son aptos para el posible cambio en los sistemas de almacenamiento.

Una vez conseguidos estos objetivos, se pasará al objetivo final, que será la exposición de la posible reducción de ineficiencias con el cambio en el modo de preparación de pedidos. Esto se hará mediante cálculos comparando los datos obtenidos en la situación inicial con los datos teóricos del método automatizado.

Con todo esto, se busca mostrar una posible alternativa que permita la reducción de costes para la empresa, de manera que se eliminen todas las actividades que no aportan valor al producto y se reduzca el tiempo necesario de preparación por línea de pedido. Como resultado, se quiere exponer los beneficios que aporta la automatización a las empresas que la aplican y la necesidad de dirigir las inversiones en esta dirección.

4. ANTECEDENTES

Explicar la relevancia de este tema, qué hace que los clientes estén insatisfechos. Áreas de mejora, etc.

En este apartado se va a tratar de contextualizar al lector en lo que se define como comercio electrónico o *ecommerce*. Se explican cuáles son los tipos que existen y se determinará en cuál de todos está basado el presente trabajo. Además, se exponen algunas ventajas e inconvenientes que conciernen tanto a las empresas como a los consumidores al utilizar el canal digital para sus determinados fines.

Seguidamente, se caracteriza el sector de la distribución alimentaria aportando datos de consumo y detalles sobre los consumidores (rango de edad, clase social, consumo medio, etc.) centrándose en el panorama español. Por último, se explica el estado y algunas características de la distribución en España.

4.1. E-commerce

En este apartado se busca aportar definiciones del comercio electrónico para mostrar distintas visiones por parte de múltiples autores existentes y que han tratado sobre este tema. P.L. Mokhtarian (2004) define el comercio electrónico como “el uso de internet o de intranets para conducir actividades comerciales de varios tipos y que se pueden dividir en dos grandes segmentos (business-to-business (B2B) y business-to-customer (B2C))”, que se comentarán en el próximo apartado. Otra definición es la dada por K. Das et al. (2018) como el comercio realizado a través de redes informáticas de carácter privado o público. Según A. Gómez Gómez et al. (2004) el comercio electrónico es “cualquier transacción o intercambio de información comercial basada en la transmisión de datos sobre redes de comunicación como internet”. Por último, la Organización Mundial del Comercio (OMC) expone que el *ecommerce* es la “producción, distribución, comercialización, venta o entrega de bienes y servicios por medios electrónicos”

En rigor el *Comercio Electrónico completo* (atributo usado por la **Asociación Española de Comercio Electrónico**) se refiere exclusivamente al caso en que las transacciones comerciales y no solo el intercambio de información se realice **en línea (on-line)**. A pesar de todo la entrega de productos o servicios vendidos, salvo en el caso que se pueda distribuir por la red (software, juegos, música, películas, etc.), sigue siendo una cuestión perteneciente al mundo físico. La posibilidad que ofrece el comercio electrónico de hacer pedidos instantáneamente ha generado una expectativa similar en el consumidor respecto a la rapidez de entrega de esos pedidos con la consiguiente exigencia en su logística de expedición y entrega con su consiguiente presión sobre el tiempo (y calidad de entrega).

El *ecommerce* ha crecido sustancialmente, hasta el punto en que en 2018 se estimaba un 10% de las ventas de retail en todo el mundo (D. Dahlhoff et al., 2018). Sin embargo, las compras en tiendas tradicionales se han mantenido e incluso han supuesto un canal clave en *supply chain*. Concretamente, las ventas en estos comercios se han incrementado del 40% en 2016 al 44% en 2018 (D. Dahlhoff et al., 2018).

En el apartado 4.2. Clasificación del comercio electrónico se muestra el incremento en volumen de negocio para la rama de actividad relativa a este trabajo, es decir, la rama de los hipermercados, supermercados y otras tiendas de alimentación. El comercio electrónico en este sector está cobrando más importancia y por eso es importante que todas las empresas de bienes de servicio desarrollen una estrategia digital y optimicen sus procesos para poder seguir creciendo.

4.2. CLASIFICACIÓN DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

En este apartado se trata de mostrar la clasificación del *ecommerce* explicando aquellos modelos más comunes como son el B2B, el B2C o el C2C. Como punto de partida se ha tomado el artículo publicado por J. Oltra en el *V Congreso de Ingeniería de Organización*.

Hay dos tipos principales:

El Comercio electrónico entre Empresas (**B2B, Business to Business**) incluye un amplio rango de transacciones entre compañías, que incluyen desde ventas al por mayor hasta adquisiciones de servicios, recursos, tecnología, componentes de productos por parte de la compañía. También, puede incluir transacciones financieras entre compañías como seguros, créditos comerciales y otros activos financieros (J. Oltra, 2020).

Otro aspecto interesante en relación con este tipo de comercio es que gracias a los intermediarios se reducen los costes. Esto es debido a que se consolidan distintos mercados que condensan información y ofrecen diversidad de bienes y servicios, de manera que los compradores obtienen la economía en costes al comprar a un único vendedor en vez de contactar con varios proveedores.

Además, se puede clasificar, dentro del comercio B2B, entre portales horizontales o verticales. Los primeros son aquellos que permiten buscar y clasificar el contenido existente en la red y son válidos tanto para B2B como para B2C (Business to Customer). Pueden abarcar distintos sectores como por ejemplo la música, las finanzas, deportes, alimentación, etc. Los portales verticales son similares a los horizontales, pero se limitan al B2B (J. Oltra, 2020). Según Michael. J. Shaw et al. (2002) el modelo B2B en el *ecommerce* mejora la coordinación entre empresas y resulta en transacciones que ahorran costes y en oportunidades competitivas para la organización compradora. Algunos de las ganancias en productividad que se esperan del B2B son:

- Aumento en eficiencia gracias a la automatización de las transacciones
- Ventajas económicas de nuevos intermediarios en el mercado
- Consolidación de la demanda y aprovisionamiento a través de intercambios organizados
- Cambios en el alcance de la integración vertical de las compañías

El Comercio Electrónico dirigido al Cliente final o Consumidor (**B2C, Business to Consumer**) a menudo actúa como líder del B2B, de manera que este tipo de comercio se ve forzado a operar online porque los clientes prefieren una experiencia similar a la que se consigue con B2C, según un estudio conducido por McKinsey en colaboración con Google y la universidad alemana de Logística Kühne (McKinsey, 2018). Se define como sitio web B2C aquél que a través del World Wide Web permite que los clientes puedan adquirir un producto o un servicio. Incluye páginas de venta online establecidos por las tiendas tradicionales o mercados virtuales.

P.L. Mokhtarian (2004) define el B2C como el segmento de *ecommerce* que se centra en un conjunto de actividades (compras) que son llevadas a cabo por el consumidor. Se usan las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) para obtener información o adquirir bienes de consumo y se basa en internet. La misma autora definió las potenciales ventajas de este segmento del *ecommerce*, entre ellas:

- **Selección ilimitada de productos:** no se tiene la restricción de tener todo el stock en una localización física como serían las tiendas tradicionales, sino que el cliente puede disponer de todo el inventario existente *online*.
- **Precios de venta más bajos y costes de búsqueda menores:** los *retailers* a menudo ofrecen precios más bajos que aquellos que comercian a través de tiendas físicas, debido a los inferiores costes que tiene el comprador y menores costes de entrada al mercado y de operación para el vendedor (Brynjolfsson & Smith 2000).
- **Información:** se permite almacenar toda la información que existe disponible de manera que existe la posibilidad de comparar distintos productos gracias a esta misma herramienta. Esta actividad es llevada a cabo por muchas compañías que actúan como plataforma.
- **Personalización:** las TIC permiten la personalización masiva de la información e incluso de los productos. Se diseñan a medida en función de la demografía y otras características (Hof et al. 1998)
- **Conveniencia:** desaparece la limitación temporal y espacial puesto que todas las actividades que se pueden realizar dentro del B2C están disponibles “24/7”.
- **Velocidad:** el cliente puede visitar numerosas tiendas virtuales en un tiempo mucho menor que si tuviese que visitarlas físicamente (Brynjolfsson & Smith 2000)

Por otro lado, A. Gómez Gómez et al. (2004) definen el B2C como “el comercio electrónico destinado a vender productos y servicios al consumidor final”. Además, diferencian entre dos tipos de empresas que venden a través de este modelo de *ecommerce*: minoristas y fabricantes.

También se pueden encontrar, en Internet, otros modelos que han encontrado en la Red una forma de desarrollarse plenamente. **C2C (Consumer to Consumer)**, por el que los consumidores compran y venden a otro consumidor a través de Internet. Habitualmente se usan plataformas para facilitar la transacción puesto que ambos clientes pueden encontrarse geográficamente separados o, incluso, pueden encontrar productos que difícilmente se encuentran en otra parte. Algunas de las compañías que más se benefician de este tipo de comercio electrónico son Ebay, Etsy, Amazon o Airbnb.

Aunque no es el modelo más usado, el C2C ha crecido en los últimos años gracias a los bajos costes que suponen las transacciones por internet al eliminar la figura del intermediario. Este modelo presenta algunas ventajas y desventajas. En primer lugar, presenta múltiples ventajas para los clientes como son (B. Libai et al. 2010)

- Compraventa fácil entre usuarios.
- Permite la entrada al mercado sin barreras.
- Se pueden encontrar bienes escasos o que no se encuentran en otros lugares.
- Permite la conexión entre distintas zonas geográficas.

Sin embargo, este modelo también presenta inconvenientes:

- Falta de control de calidad.
- Inexistencia de garantías de pago.
- Posibilidad de fraude.

C2B (consumer to business) se trata del modelo en el que los negocios se benefician del deseo de los consumidores de contribuir con datos o campañas de marketing, al mismo tiempo que el cliente se ve favorecido por flexibilidad, pago directo, productos o servicios gratis o a precio reducido.

Este tipo de comercio se usa por ejemplo para promocionar artículos a través de los consumidores. Los productos se anuncian en redes sociales de manera que los clientes se lucran gracias a las visitas recibidas en la publicación al mismo tiempo que la compañía se promociona. Actualmente, existe poca regulación sobre este tipo de transacciones en cuanto a cómo se realizan los pagos. Sin embargo, gracias a métodos de pago como Paypal o Google Wallet se facilita esta acción. Para que las empresas tengan éxito en este segmento de negocio es importante que entiendan cómo funciona el Marketplace y, que se comprometan a adoptar las nuevas tecnologías como un método para alcanzar a los clientes de una forma fácil (K. Arline, 2018).

Además de estos modelos que son los más comunes (B2B, B2C, C2C, C2B) existen otros como son:

- **Business to Administration (B2A):** se trata del comercio entre las empresas y la administración pública en internet.
- **Customer to Administration (C2A):** donde encontramos las transacciones entre los usuarios y las administraciones. Un ejemplo relacionado con este modelo son los envíos por parte de los clientes de documentos relacionados con la seguridad social.
- **Peer to Peer (P2P):** es similar al C2C, pero difiere en que en este caso no existe una transacción monetaria
- **Business to Employee (B2E):** permite a las empresas ofrecer productos o servicios a sus clientes a precios más reducidos. De esta forma la compañía consigue comercializar y fidelizar a sus trabajadores.

También se utiliza a modo de plataforma para impartir formación o para gestionar planes de carrera, nóminas y cambios en las mismas. A. Gómez Gómez et al. (2004).

El modelo más usado en el Comercio Electrónico es el **B2C** puesto que se trata de uno de los medios más efectivos en cuanto a marketing y comercio se refiere. En 1999 se comerciaron productos por valor de 20 billones de dólares usando este modelo, año en el que se esperaba que para 2004 se incrementara este valor hasta los 184 billones de dólares (ONTSI).

Concretamente, según un estudio conducido por el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI), la tendencia del comercio electrónico B2C en 2018 continuó siendo creciente y alcanzó en España un nivel de negocio de más de 40.000 millones de euros. Por eso, el B2C se ha convertido en un aspecto clave y relevante en los marketplaces, puesto que hasta 17 millones de consumidores los utilizaron para realizar sus compras a marcas y compañías (ONTSI, 2020).

Este trabajo se centra en el tipo de comercio electrónico B2C, donde los clientes realizan un pedido a la distribuidora de alimentación y esta es la que lo prepara y se encarga de transportarlo hasta el cliente. Para justificar la importancia creciente del comercio electrónico en este sector se ha añadido la Figura 4. Se observa la tendencia creciente del volumen de negocio del *ecommerce* junto con la variación interanual. En general, se puede ver que la variación interanual, es decir, la variación con respecto al mismo trimestre del año anterior ha sido siempre positiva. Significa, por tanto, que esta rama de actividad continúa creciendo y lo seguirá haciendo en los próximos periodos.

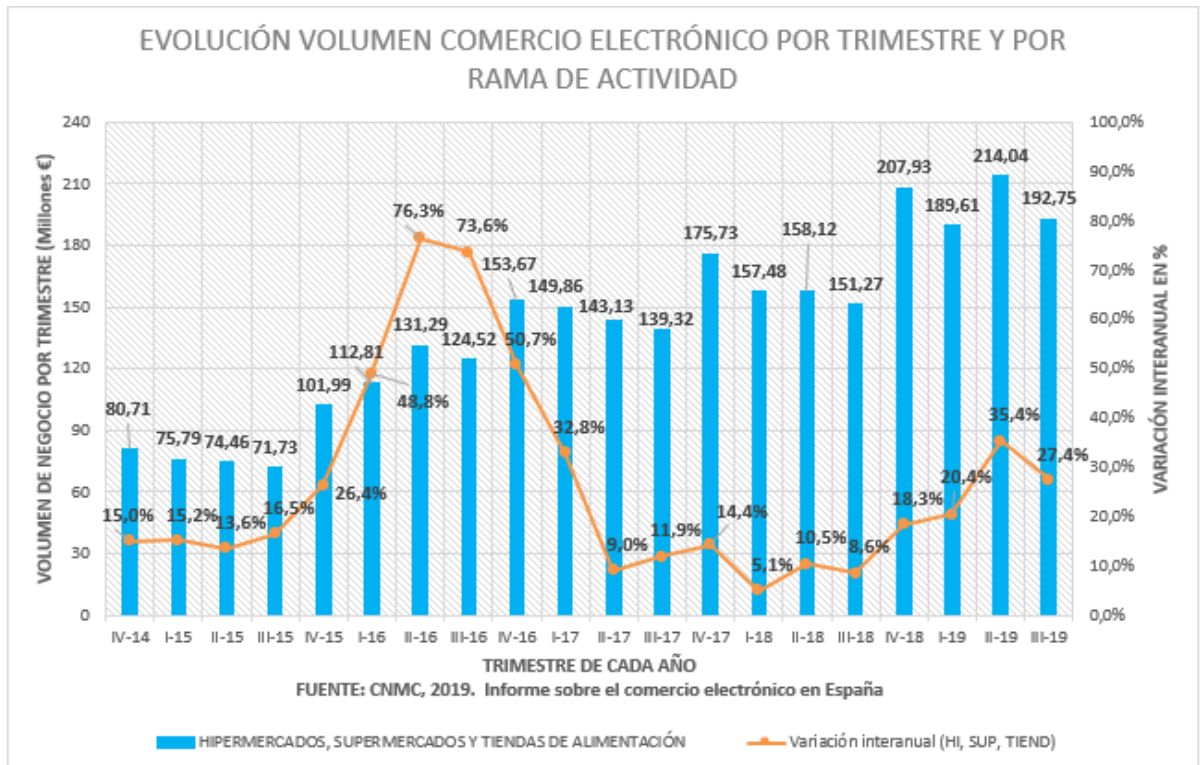


Figura 4. Evolución trimestral del volumen de negocio del comercio electrónico y variación interanual para la rama de Hipermercados, Supermercados y Tiendas de alimentación. Fuente: CNMC, 2020. Informe sobre el comercio electrónico en España.

4.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL *ECOMMERCE*

El comercio electrónico se presenta habitualmente desde el punto de vista positivista. Sin embargo, la utilización de esta herramienta y la inclusión de las ventas on-line en las compañías comporta tanto ventajas como desventajas. Además, actualmente existen algunas barreras que hacen que el comercio electrónico no se desarrolle tan rápido como podría (J. C. Burruezo, 2003). En este apartado se va a comentar sobre estos aspectos, comenzando por las ventajas que comporta para la empresa y los usuarios.

4.3.1. VENTAJAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

En general, para las empresas que utilizan el canal en línea, les permite fortalecer su competitividad empresarial teniendo en cuenta todos los aspectos de los que se pueden aprovechar. Se va a mostrar la información recopilada en forma de tabla:

| VENTAJAS PARA LA COMPAÑÍA | VENTAJAS PARA EL CONSUMIDOR |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Permite llegar a un segmento más amplio y a mercados internacionales fácilmente, con un menor coste y mayor velocidad. - Menores costes operativos. - Favorece los flujos de efectivo porque se cobra previamente la venta antes de entregar el producto e incurrir en los costes de entrega. - Adaptación más rápida a la evolución del mercado - Recopilación de datos sobre sus consumidores. - Precisa una inversión inferior de capital y de recursos humanos que el canal físico. | <ul style="list-style-type: none"> - La tienda on-line opera todos los días del año a todas horas. - Permite emplear menos tiempo en adquirir sus productos puesto que evita desplazamientos. - Mayor posibilidad de elección. Gracias a la conexión en la red de multitud de empresas los usuarios pueden acceder a mayor variedad de productos. - Flexibilidad en los medios de pago. - Comodidad a través de las entregas. - Disponibilidad de información sobre el ítem que se busca. |

Tabla 1. Ventajas para los consumidores y las empresas. Fuente: Gómez Gómez et al. (2004) La importancia del comercio electrónico y su incidencia en la logística de aprovisionamientos.

4.3.2. INCONVENIENTES DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

Como se viene comentando, el principal inconveniente del comercio electrónico son los elevados costes de entrega a los usuarios. Le sigue el diseño de una interfaz que sea adecuada para los clientes; se requiere que sea ergonómica, fácil de navegar e intuitiva para que cualquier público objetivo sea capaz de utilizarla. En tercer lugar, la confianza es otro de los inconvenientes para las empresas que utilizan el *ecommerce*. Se necesita la lealtad de los clientes y esto se ha de conseguir mediante la confianza de los usuarios. Tiene que ver con la imagen que asocian los compradores con la marca y, por tanto, con el éxito del *e-retailer*. Por último, la seguridad y la protección de datos han de ser garantizadas para evitar actos de phishing (robos de claves y contraseña) y otros actos malintencionados.

Aparte de los inconvenientes mostrados en el Figura 5, existen otros como es el incremento en la competencia entre empresas. Gracias a los bajos costes iniciales de crear una plataforma en línea, se rompe la barrera que impide a los nuevos entrantes crecer y obtener cuota de mercado en el sector. Por esto, se produce un incremento de la competencia.

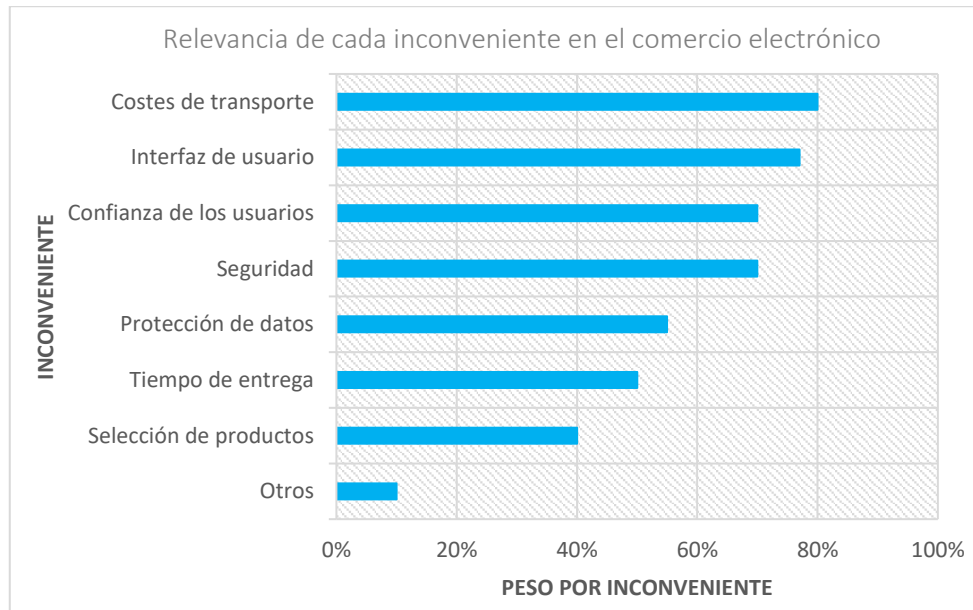


Figura 5. Representación de inconvenientes del comercio electrónico en función de su importancia. Fuente: A. Gómez Gómez et al. (2003). Análisis de la situación actual del comercio electrónico en las empresas.

Por último, se puede comentar que otra desventaja del comercio electrónico es que desaparece la fidelización del cliente a través de la experiencia que se ofrece en las tiendas tradicionales y, por tanto, se hace más complicado conseguir la lealtad del cliente hacia la marca.

4.3.3. BARRERAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

Según el estudio realizado por ONTSI (2019) sobre el comercio electrónico B2C en España, se notificaron algunas de las principales causas que hacen que los no compradores on-line sean reticentes a adquirir productos a través de este canal. Los principales motivos fueron la no necesidad de utilizar internet para hacer sus compras y la preferencia de ir a la tienda física. Estas dos razones suman casi el 60% de los encuestados. Además de estos, el tercer motivo es que los usuarios no lo consideran como un medio seguro ni confiable (18%).



Figura 6. Principales razones por las que los no compradores no han adquirido productos a través de internet. Fuente: ONTSI, 2019. El Comercio Electrónico B2C en España 2018.

Por otro lado, en el análisis a los internautas, se supo que las principales características a mejorar por parte de las distribuidoras son el uso de los datos personales y los gastos de envío. Este último, lo identificaron el 75,4% de los internautas como mejorable o muy mejorable.

En general, llama la atención que con frecuencia se ha identificado los gastos de envío como uno de los mayores inconvenientes tanto para las distribuidoras como para los usuarios. Es por esto por lo que se va a tratar en este trabajo de aplicar una posible mejora en la operativa de la preparación de pedidos. La finalidad es conseguir una reducción de costes, mediante la automatización del proceso en la medida de lo posible. Este será uno de los objetivos del Trabajo de Fin de Grado a conseguir mediante la automatización de la preparación de pedidos.

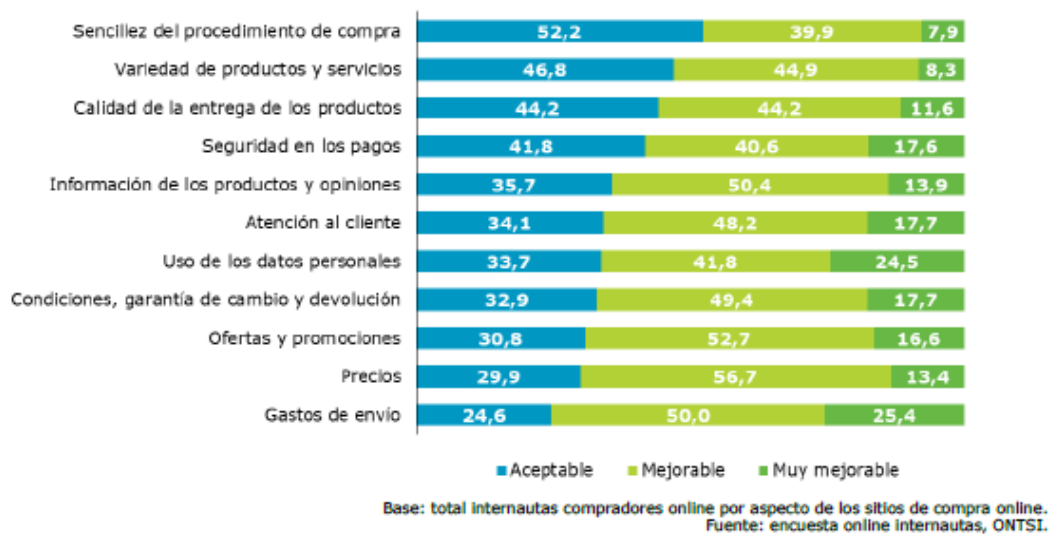


Figura 7. Aspectos satisfactorios y mejorables de los sitios de compra online. Fuente: ONTSI, 2019. El Comercio Electrónico B2C en España 2018.

4.4. E-LOGISTICS. IMPACTO DEL COMERCIO ELECTRÓNICO EN LA LOGÍSTICA

En el presente trabajo se utilizan múltiples términos relacionados con la logística. Para familiarizar al lector se van a definir brevemente aquellos más relevantes como son la última milla o la preparación de pedidos o *picking*. Por último, se hablará sobre la transformación que soportará la cadena de suministro debido al impacto del comercio electrónico, así como las consecuencias e implicaciones que supone.

4.4.1. LAST-MILE

El Last Mile Delivery según AECOC se trata de “la entrega de bienes o servicios adquiridos por el consumidor en el momento y lugar que este decida”. Se trata de la fase de la cadena de suministro que más coste supone y que presenta mayor cantidad de ineficiencias. Además, el 60% de los desafíos relacionados con el *ecommerce* tienen su origen en la última milla (A. Hübner

et al. 2016). El coste de este proceso supone el 41% del total coste de la cadena de suministro (ver Figura 3) y se caracteriza por distintos factores: modo de entrega, plazo de entrega, zona de entrega y devoluciones.

4.4.2. PREPARACIÓN DE PEDIDOS O *PICKING*

El *picking* se trata de la “operación de carga de artículos desde su lugar de almacenamiento para completar un pedido”. Para diseñar la preparación de pedidos se han de tener en cuenta tres aspectos: la localización, el grado de automatización y el grado de integración.

En cuanto a la localización los *retailers* han de decidir si se va a realizar la preparación de pedido en la tienda física o si se hará en alguno de sus almacenes. Esto dependerá de las características del vendedor y del entorno en el que opera, teniendo en cuenta el comportamiento que tienen los usuarios. En concreto, la decisión se puede ver alterada en función de la densidad de población y de las preferencias de entrega. Por ejemplo, en el caso de Tesco (Reino Unido), operan a través de centros de distribución regionales. Sin embargo, también cuentan con un almacén central más automatizado y cerca de la ciudad con la finalidad de condensar grandes volúmenes y poder abastecer a la mayoría de la población en la región.

Para el análisis se va a utilizar el planteamiento que usa Tesco en su operativa. Es decir, la propuesta se desarrollará entorno a la preparación de pedidos a través de un centro de distribución principal que cuente con la tecnología de automatización adecuada.

En el caso de la elección del grado de automatización vendrá en parte determinado por la ubicación en la que se realice la preparación de pedidos. En las tiendas físicas es más complicado utilizar un proceso automatizado, mientras que en un centro de distribución se puede elegir si se quiere un proceso manual, semi automático o completamente automático. La elección de uno u otro vendrá determinada por la inversión y los costes operativos en los que se incurrirá. Por último, en cuanto a la integración del *picking* se tendrá en cuenta la dificultad de controlar los stocks simultáneamente para el canal online y el físico.

4.4.3. EL IMPACTO DEL COMERCIO ELECTRÓNICO EN LA LOGÍSTICA

La logística ha tenido que hacer frente a los cambios producidos por el comercio electrónico. Se ha variado el comportamiento de los clientes y también aspectos relacionados con la logística de distribución. En primer lugar, ha provocado que las entregas ya no se realicen en paquetes o palets homogéneos, sino que actualmente con frecuencia se distribuyen unidades sueltas de cada producto. (M. Pérez Pérez et al. 2002). Además, ahora son los clientes quienes suelen elegir el lugar e, incluso a veces, la franja horaria en la que desean que les sea entregado su pedido. Por esto, los operadores logísticos y las distribuidoras pierden los beneficios que les comportaba la consolidación de cargas. Se han de hacer múltiples entregas de unidades sueltas, lo cual

complica la gestió de les rutes de entrega y de les existències, así como també incrementa els costos.

Tradicionalment la cadena de suministre o *supply chain* se representa segun el diagrama de la Figura 8. Se utilitza la figura de els intermediaris per poder entregar el producte al client final. Sin embargo, quantos més punts intermedis tinga que atravesar el producte que no aïden valor al mateix, menor serà la eficiència total del canal de distribució.

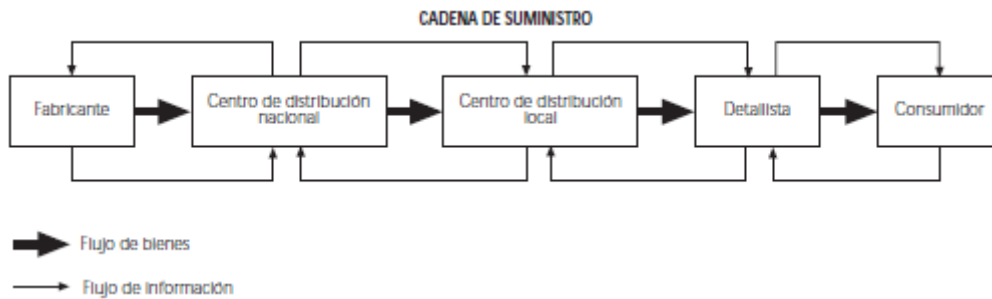


Figura 8. Cadena de suministre tradicional. Fuente: M. Pérez Pérez et al. 2002, Las implicaciones del comercio electrónico para el sector del transporte

Para evitar las ineficiencias existen varias posibilidades para transportar los productos y hacerlos llegar al cliente final. En primer lugar, los operadores logísticos pueden entregar los pedidos desde los centros de distribución regionales a los clientes, sin necesidad de utilizar el *retailer* o detallista. También, se puede evitar tanto el detallista como el centro de distribución regional, entregando el producto al cliente desde el almacén central. Por último, se podría utilizar la distribución directa desde el fabricante hasta el consumidor.

Todas estas variantes provocan que la gestión de la cadena de suministre cambie, ya que la información no se transmite de la misma forma y los productos tampoco son entregados segun la forma tradicional. En el caso del sector de la alimentación, una de las implicaciones del comercio electrónico y las ventas on-line ha sido la necesidad de adquirir vehículos de reparto específicos, debido a las características de los productos.

Por otro lado, uno de los mayores impactos que ha producido el comercio electrónico ha sido el crecimiento en las devoluciones de compras realizadas a través de la *web*. Segun un estudio conducido por Narvar (2017) el 48% de los usuarios encuestados había realizado una devolución en el último año, y el 40% realizó compras excesivas con la expectativa de devolver parte de los ítems pedidos. En el ámbito de la logística esto implica que los *retailers* han de ofrecer devoluciones gratuitas y en una ventana de tiempo amplia (más de 30 días) con el fin de atender las necesidades de los usuarios. Al 29% de los clientes le preocupa que su devolución se pierda en el proceso de logística inversa y, además, el 21% encuentra frustrante buscar el estado en que se encuentra su devolución (Narvar, 2017).

Por esto, para los operadores logísticos es importante proveer a los clientes de la información necesaria sobre sus devoluciones en todo momento, para poder aliviar sus preocupaciones. Conlleva, por tanto, una complicación extra a nivel de gestión y control de la información que los detallistas han de saber manejar. Las categorías que más frecuentemente se devuelven son la ropa (43%), productos electrónicos (12%), productos para el hogar (12%) y zapatos (11%). (Narvar, 2017). Sin embargo, este no es uno de los principales para el sector de la alimentación donde menos del 1% de los productos son devueltos (A. Hübner et al, 2016).

En general algunas de las consecuencias que ha provocado el comercio en línea son las siguientes (A. Gómez Gómez et al. 2003)

- Menor consolidación del transporte de mercancías, como consecuencia de las entregas individuales.
- Creación de almacenes o plataformas de consolidación o desconsolidación de mercancía para permitir una mayor eficiencia en la distribución y el transporte.
- Riesgo en la repetición del proceso de entrega, debido a la posibilidad que el destinatario no se encuentre en el punto de entrega. Esto se traduciría en un incremento de los costes para la distribuidora.
- Incremento en la frecuencia de las compras. La comodidad del comercio electrónico puede resultar en que los clientes compren más frecuentemente dividiendo el volumen de sus compras. Por eso, se harían entregas de paquetes de menor volumen.
- Incremento en la cantidad de devoluciones. Las principales causas de devolución de pedidos son que cuando el cliente lo recibe no cumple con sus expectativas (64.2%), se ha recibido un producto distinto al pedido (70%) o bien estaba dañado (80,2%). (Statista, 2019)

Esto llevará, de forma generalizada, un incremento en los desplazamientos totales tanto por parte de los usuarios como de los operadores logísticos. En el caso de los clientes, aumentarán sus viajes, por ejemplo, si han de desplazarse hasta un punto de entrega. En el caso de los operadores logísticos, debido a la menor consolidación de carga y el incremento en la frecuencia de compras, los desplazamientos incrementarán.

Teniendo en consideración todos los impactos producidos, la gestión de la cadena de suministro será distinta. Será necesario el uso de las nuevas tecnologías, la innovación y la integración de la información para poder hacer frente a todas estas variaciones, consiguiendo así ventaja comparativa con respecto a los demás *players* (Observatorio de Innovación en Gran Consumo, 2020)

En el caso del sector de la distribución alimentaria, el comercio electrónico afecta a múltiples decisiones que se han de tomar. Entre ellas, decisiones en relación con la preparación de pedidos (dónde se hará, con qué grado de automatización, etc.), el tipo de flota de transporte a utilizar o los modos de entrega que se pueden ofrecer al cliente (M. Pérez Pérez et al., 2002).

4.5. CARACTERIZACIÓN SECTOR DE LA ALIMENTACIÓN

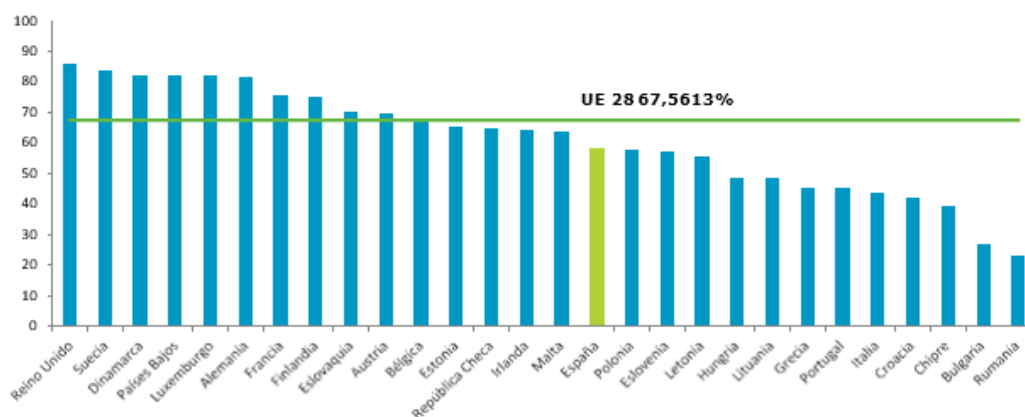
En este apartado se va a aportar datos sobre el sector de la alimentación en España, así como de otros países relevantes, con el fin de hacer una comparación entre ellos y obtener conclusiones en cuanto al margen de mejora o la posibilidad de crecimiento con la que cuenta España.

En primer lugar, se mostrarán los datos de consumo para detallar cuáles son las tendencias habituales de los clientes que compran en línea y/o en tienda física. Los datos incluyen qué productos son más habituales en las cestas y cuánto gastan los usuarios de media por pedido. Esto permitirá hacer una simulación más acertada de lo que sería una preparación de pedido hecha a través del canal digital y hacer una toma de datos más acertada.

Seguidamente, se caracterizará el perfil de los usuarios que utilizan el comercio electrónico para hacer sus compras con la finalidad de ver cuál es el segmento de clientes más relevante. Por último, se hablará sobre cuáles son los principales deseos y qué motivos causan insatisfacción en los consumidores cuando realizan una compra on-line. Con esto se busca resaltar las fundamentales áreas de mejora en las que valdría la pena focalizarse y relacionarlas con la motivación de este trabajo.

4.5.1. DATOS DE CONSUMO

España aún se encuentra lejos de ser uno de los principales países que usa Internet para hacer pedidos de bienes y servicios. En el Figura 9, se ve qué lugar ocupa con respecto a aquellos más desarrollados. Los datos representan el porcentaje sobre la población que ha utilizado internet en los últimos 12 meses.



Datos de 2017 |
Fuente: Eurostat

Figura 9. Porcentaje de usuarios que ha utilizado Internet para hacer un pedido. Fuente: ONTSI, 2019. Indicadores de Comercio Electrónico.

En España, los usuarios con esta característica son el 59% frente a la media de la Unión Europea que representa aproximadamente el 68%. El sector de la alimentación es el más rezagado en España en términos de comercio electrónico, puesto que su crecimiento ha sido más lento comparado con otros sectores como el de la moda o el del turismo. Representa aproximadamente entre el 0,8% y el 1% de la facturación de las empresas del sector (ABC, 2017). Dentro de la Unión Europea, España ocupa de los últimos puestos junto con Italia y Alemania (0,5%), mientras que Reino Unido y Francia lideran el ranking con un 4,9% y un 5% respectivamente (CESCE, 2015).

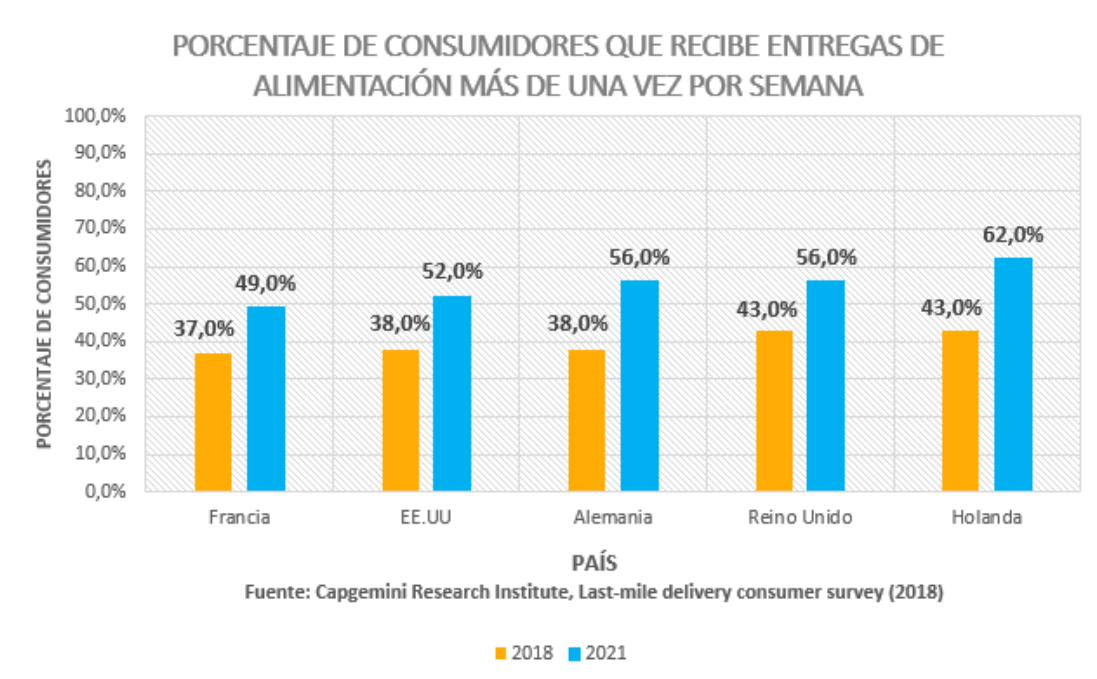


Figura 10. Porcentaje de consumidores que recibe entregas de alimentación más de una vez por semana. Fuente: Capgemini, 2018 “The last mile delivery challenge”.

Según una investigación conducida por Capgemini en 2018 la media de personas en porcentaje que pide productos de alimentación al menos una vez a la semana es del 40%, y se espera que aumente hasta el 55% en 2021 (Figura 10). Aunque evoluciona más lentamente que otros sectores, sigue creciendo cada año. En 2014 el 10,4% de los consumidores realizaron una compra a través de la red, lo cual implica un incremento del 1% con respecto al año anterior (CESCE, 2015). En la Figura 11, se puede ver la probabilidad de comprar alimentos a través de internet por países:

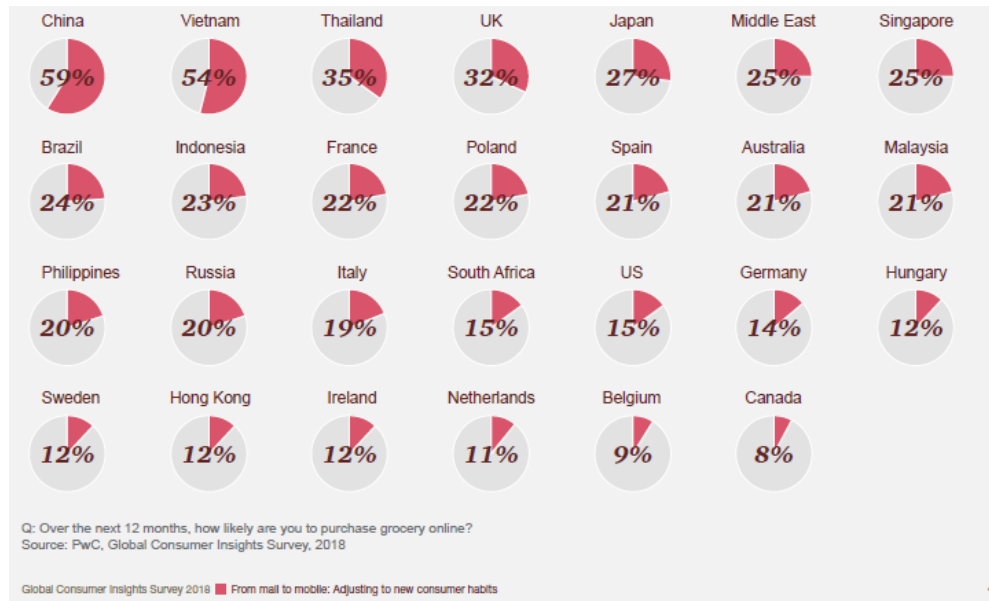


Figura 11. Probabilidad de comprar alimentos en línea en el próximo año. Fuente: D. Dahlhoff et al. 2018 “PwC. Global Consumer Insights Survey”.

Como se ve, los países que más adoptado tienen la compra de bienes de consumo a través de los canales on-line son principalmente asiáticos (China, Vietnam, Tailandia, Japón, Singapur, etc.). Sin embargo, en el caso de occidente la probabilidad de realizar una compra de comida a través de internet es mucho menor en comparación con oriente, donde Reino Unido (32%) y Francia (22%) encabezan la lista.

En España, de los usuarios que realizaron un pedido a través del canal digital en 2017 el 19% adquirió productos de alimentación (ONTSI, 2019). Si se analiza por Comunidad Autónoma, la Comunidad Valenciana (Tabla 2) se encuentra ligeramente por debajo de la media española, representando un 18% las compras de productos alimentarios con respecto del total.

Tabla 2. Porcentaje de personas que han comprado productos de alimentación (habiendo comprado en los últimos 12 meses). Fuente: ONTSI, 2019 “Indicadores de Comercio Electrónico”.

| Comunidades Autónomas | 2018 (%) |
|------------------------------|-----------|
| Madrid (Comunidad de) | 28,1 |
| Cataluña | 23,9 |
| País Vasco | 22,3 |
| Ceuta | 20,5 |
| Castilla-La Mancha | 19,5 |
| Aragón | 18,3 |
| Comunidad Valenciana | 18 |
| Navarra (Comunidad Foral de) | 17,8 |
| Cantabria | 17,6 |

| Comunidades Autónomas | 2018 (%) |
|--------------------------|-------------|
| Rioja (La) | 16,8 |
| Castilla y León | 15,8 |
| Galicia | 14,9 |
| Andalucía | 14,7 |
| Asturias (Principado de) | 13,5 |
| Balears (Illes) | 13,5 |
| Murcia (Región de) | 13,4 |
| Extremadura | 12,5 |
| Canarias | 10,9 |
| Melilla | 3,8 |
| España | 19,4 |

Esta comunidad se encuentra entre las 10 primeras en cuanto a compras de alimentación a través del comercio electrónico, lo cual significa que es una de las más relevantes en la península. Por tanto, en este trabajo se realizará el análisis del sector centrándose en las compañías distribuidoras de alimentación de esta misma comunidad autónoma; las más relevantes son Mercadona, El Corte Inglés, Consum, entre otras.

Por otro lado, para determinar cuál es el gasto medio que realizan los usuarios que compran exclusivamente alimentos en línea y poder realizar correctamente las simulaciones, se han tomado datos del informe elaborado por ASEDAS (Asociación Española de Distribuidores Autoservicios y Supermercados, 2019), del informe sobre comercio electrónico de CESCE (2015) y, por último, de AECOC y Netquest (2019). Según CESCE (2015) los usuarios gastan de más del doble de media en una compra a través de Internet (70€) que en una compra en tienda física (30€). Por otro lado, el estudio realizado por ASEDAS, determinó que el 64% de los usuarios realizó compras superiores a 50€. En la Figura 12 se ve la cuota para cada rango de gasto medio.

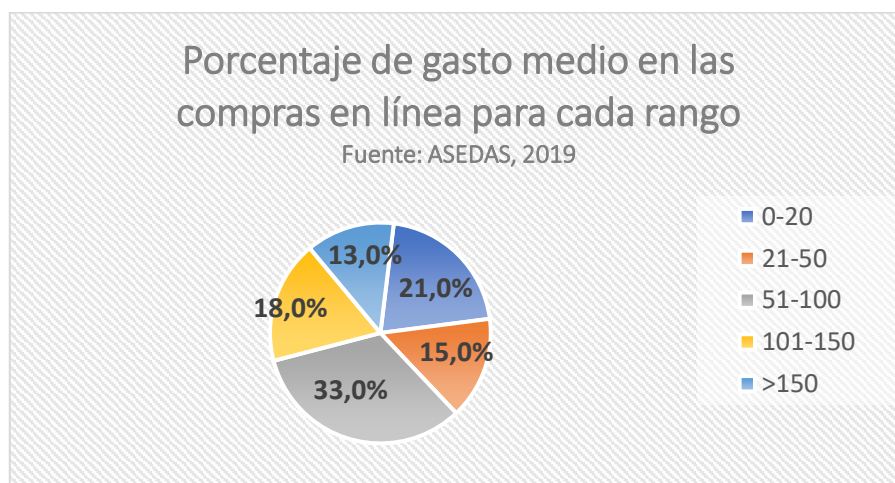


Figura 12. Porcentaje de gasto medio en las compras en línea por rango. Fuente: ASEDAS, 2019 “Observatorio para la evolución del comercio electrónico de alimentación: avances y perspectivas 2019”.

Según Netrica y AECOC, en el segundo semestre de 2019, el coste medio de los productos de gran consumo incluidos en la cesta on-line es de 100,49€. Además, en cada acto de compra, se adquiere de media 20,6 unidades de productos de gran consumo. En el mismo período, se adquirieron de media 36,7 unidades por compra de comida. Por otro lado, en la Tabla 3, se muestran los productos que más peso tienen en las ventas en el canal físico y el digital.

Tabla 3. Productos por orden de peso en ventas valor para ambos canales. Fuente: IRI, 2019 “Infoscan TAM mayo 2019”.

| TIENDA ONLINE | | TIENDA FÍSICA | |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Producto | Peso en ventas valor | Producto | Peso en ventas valor |
| Leche larga conserva | 4,00% | Carne | 7,10% |
| Fragancia femenina | 3,40% | Fruta | 4,70% |
| Cremas/Geles | 3,30% | Verdura y hortalizas | 3,90% |
| Pañales | 2,90% | Leche larga conserva | 2,90% |
| Carne | 2,80% | Cervezas | 2,80% |
| Cerveza | 2,60% | Pescado fresco | 2,40% |
| Agua sin gas | 2,10% | Yogures frescos sólidos | 1,90% |
| Verduras y hortalizas | 1,90% | Fiambre | 1,50% |

De la tabla se puede extraer que los productos frescos (fruta, verdura, pescado, fiambre) aún no ocupan un lugar destacado en la tienda on-line, sino que predominan los productos secos e incluso aquellos que no son productos de alimentación (fragancias, cremas, pañales). Esto es debido a que los clientes no confían en que otra persona seleccione este tipo de productos por ellos y que les lleguen en buen estado. De hecho, el 61% de los usuarios que recoge su pedido on-line en la tienda, seleccionan personalmente los productos frescos al llegar (Capgemini, 2019). Además, también son complicados de ofrecer en el canal digital para las compañías, debido a sus características especiales de color, olor y estado (CESCE, 2019).

4.5.2. PERFIL DE LOS USUARIOS EN ESPAÑA

En general no existe gran diferencia entre sexos a la hora de hacer compras on-line. El 47% son hombres y el 53% son mujeres. De estos, la mayoría (51%) tienen entre 25 y 44 años (Netrica y AECOC, 2019), lo que significa que la mayor parte de los usuarios son jóvenes. Además, la clase social predominante es la media-alta que vive en áreas metropolitanas o zonas urbanas de más de 100.000 habitantes (Capgemini, 2019).

Tabla 4. Representación por rango de edad. Fuente: Netrica y AECOC, 2019 “Ventas Ecommerce en Productos de Gran Consumo (GC)”.

| Rango edad | Población en Internet | Compradores on-line de la categoría (productos GC) |
|------------|-----------------------|--|
| 15-24 | 14% | 5% |
| 25-34 | 16% | 24% |
| 35-44 | 26% | 27% |

| Rango edad | Población en Internet | Compradores on-line de la categoría (productos GC) |
|--------------|-----------------------|--|
| 45-54 | 23% | 22% |
| 55-64 | 15% | 15% |
| 65-74 | 6% | 15% |
| Total | 100% | 100% |

Los datos comentados en este apartado se condensan en la Tabla 4 en la que se diferencia entre los internautas, los compradores y los no compradores dentro de los internautas. Resaltado remarcados en rojo se encuentran las cifras que mayor peso. La razón principal que tienen los usuarios de entre 30-50 años para realizar compras de alimentación a través de Internet es la de la falta de tiempo. El canal digital les aporta comodidad y conveniencia, puesto que está disponible en todo momento para ellos. En general, los impulsores principales del comercio electrónico B2C son los precios (65,4%), la rapidez y el ahorro de tiempo (65,4%) y la comodidad (57,7%), entre otros (ONTSI, 2019).

| | | INTERNAUTAS | COMPRADORES | NO COMPRADORES |
|-------------------------------|---|-------------|-------------|----------------|
| SEXO | Hombres | 49,6 | 48,0 | 53,7 |
| | Mujeres | 50,4 | 52,0 | 46,3 |
| EDAD | 16-24 años | 9,4 | 9,9 | 8,3 |
| | 25-34 años | 12,6 | 13,8 | 9,6 |
| | 35-44 años | 19,9 | 21,9 | 14,7 |
| | 45-54 años | 22,0 | 23,0 | 19,6 |
| | 55-64 años | 20,2 | 19,3 | 22,5 |
| | 65-74 años | 15,8 | 12,1 | 25,4 |
| TAMAÑO DE HABITAT | Menos de 10.000 | 21,6 | 21,0 | 23,0 |
| | 10.001 a 20.000 | 11,0 | 11,2 | 10,5 |
| | 20.001 a 50.000 | 14,8 | 15,2 | 13,6 |
| | 50.001 a 100.000 | 11,8 | 13,1 | 8,5 |
| | Más de 100.000 y capitales de provincia | 40,9 | 39,5 | 44,4 |
| NIVEL DE ESTUDIOS | Sin estudios | 1,2 | 0,5 | 3,2 |
| | Primaria | 4,3 | 3,5 | 6,4 |
| | Secundaria (ESO) | 3,9 | 2,8 | 6,7 |
| | Secundaria (Bachillerato) | 21,8 | 19,8 | 26,8 |
| | Formación profesional | 21,9 | 23,0 | 19,1 |
| | Estudios superiores | 47,0 | 50,5 | 37,8 |
| NIVEL DE INGRESOS EN EL HOGAR | Menos de 900 euros | 13 | 8,6 | 24,3 |
| | Entre 900 y 1.599 euros | 26,2 | 25,5 | 27,9 |
| | Entre 1.600 y 2.499 euros | 28,2 | 29,1 | 25,9 |
| | Entre 2.500 y 2.999 euros | 15,0 | 17,0 | 10,0 |
| | 3.000 euros o más | 17,6 | 19,8 | 11,9 |
| OCUPACIÓN | Estudiante | 8,1 | 8,4 | 7,3 |
| | Ocupado/a por cuenta ajena | 41,7 | 45,7 | 31,3 |
| | Ocupado/a por cuenta propia | 9,6 | 10,0 | 8,7 |
| | Labores del hogar | 7,1 | 7,5 | 5,9 |
| | Parado/a | 12,9 | 12,0 | 15,4 |
| | Jubilado/a | 20,6 | 16,4 | 31,4 |

Base: total internautas.
Fuente: encuesta online internautas, ONTSI.

Figura 13. Distribución de internautas por perfil sociodemográfico. Fuente: ONTSI, 2019 “El Comercio Electrónico B2C en España 2018”.

4.5.3. REQUISITOS Y CAUSAS DE INSATISFACCIÓN EN LOS CONSUMIDORES

En este apartado se van a comentar los principales deseos que tienen los consumidores a la hora de hacer compras on-line, así como aquellas causas que les provocan insatisfacción una vez recibido su pedido. En primer lugar, lo primordial para los internautas compradores sería tener envíos gratuitos (78,7%), entregas flexibles (62,5%), el tiempo de entrega (58,4%), poder seguir el paquete en todo momento (57,6%) (ONTSI, 2019).

En cuanto al tiempo de entrega, si se analiza en mayor profundidad, se muestra que el plazo de entrega que la mayoría de los consumidores consideran razonable es de hasta 3 días como máximo (49,8%). En la Figura 8, se representa el porcentaje que representa cada uno.

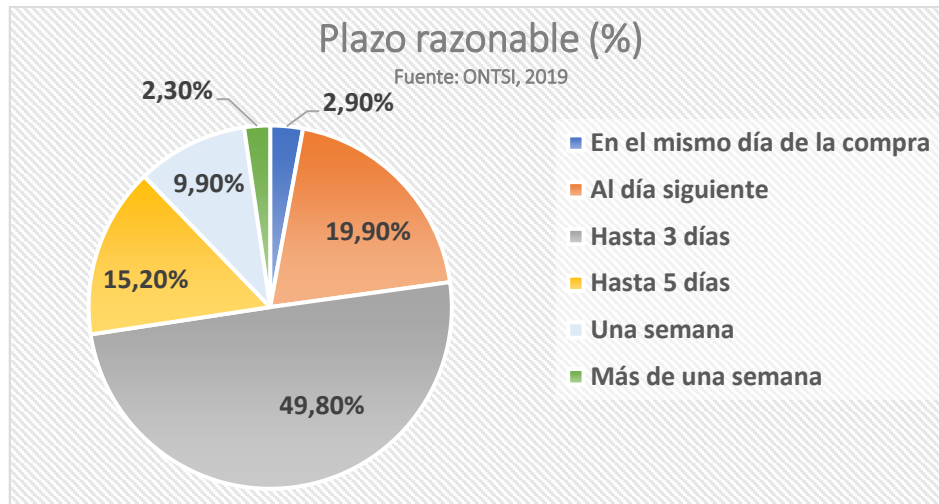


Figura 14. Plazo razonable en porcentaje que consideran los internautas compradores.
Fuente: ONTSI, 2019 “Estudio sobre el Comercio Electrónico B2C”.

PwC realizó un reporte en 2018 (PwC Global Consumer Insights Survey, 2018) en el que se preguntó a los consumidores qué servicios valorarían más de los detallistas si no tuviesen ningún coste extra. Si se extrapolan estos resultados al sector de la distribución alimentaria, los más relevantes serían las entregas en el mismo día y las entregas en una franja horaria determinada. El no disponer de entregas en el mismo día supone la insatisfacción del 47% de los clientes (Capgemini, 2019).

Por otro lado, existen otras causas que frenan el crecimiento del comercio electrónico o bien generan descontento entre los usuarios. Los aspectos que los encuestados consideran como mejorables o muy mejorables son: gastos de envío (75,4%), los precios (70,1%), ofertas y promociones (69,3%), condiciones, garantía de cambio y devolución (67,1%) y el uso de los datos personales (66,3%) (ONTSI, 2019)

Además, frecuentemente se experimentan problemas con las entregas (24,4%), de los cuales los principales inconvenientes son los retrasos (38,4%), los pedidos no recibidos (35,1%) y la llegada de los ítems dañados (25,5%) (ONTSI, 2019).

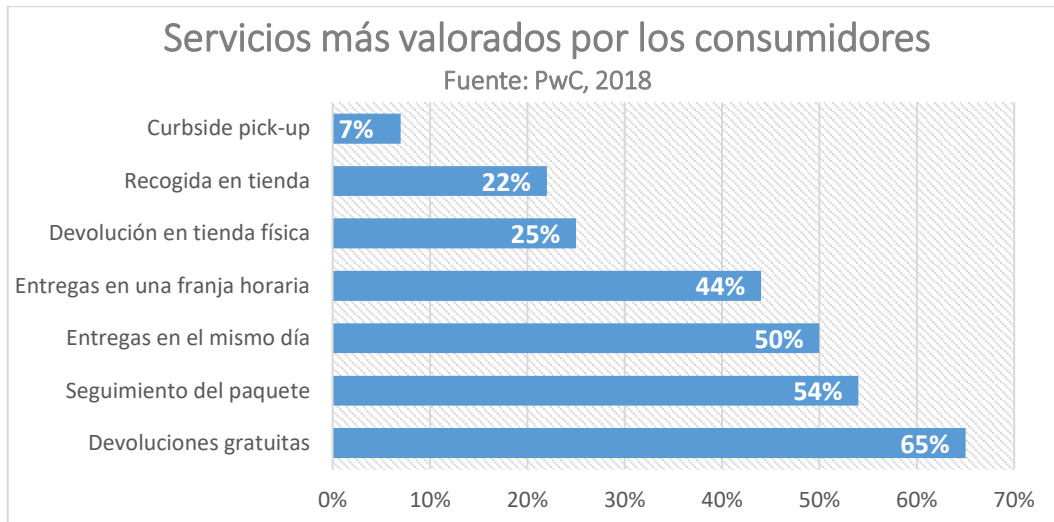


Figura 15. Servicios más valorados por los consumidores en porcentaje. Fuente: PwC, 2018.
Global Consumers Insight Survey

Por último, según el análisis de Capgemini (2019) las principales razones por las que los clientes no recomendarían el proceso de entrega de los detallistas son, en primer lugar, el elevado coste de entrega (59%), a continuación, la imposibilidad de conseguir entrega en el mismo día (47%), y por último la llegada tarde de los pedidos (45%).

En general se puede determinar que los puntos más importantes para los clientes son tanto entregas como devoluciones gratuitas, poder disponer de entregas en el mismo día o al día siguiente, flexibilidad en la entrega pudiendo elegir la franja horaria y, además, tener la posibilidad de realizar un seguimiento constante del paquete.

En el sector de la distribución alimentaria todos estas características de envío tienen mucho peso para los clientes, en especial las entregas en franja horaria y las entregas gratuitas. Las razones que apoyan este hecho son que, a menudo, las personas que hacen la compra a través del canal digital lo hacen puesto que este método es más cómodo y conveniente para ellos. Este método les permite acoplarse a su disponibilidad y evitar desplazamientos a la tienda física.

4.6. DISTRIBUCIÓN COMERCIAL EN ESPAÑA

La distribución comercial se define como “el conjunto de actividades necesarias para que determinados bienes y servicios producidos por los fabricantes puedan ponerse a disposición de los consumidores finales, de forma que estos vean satisfechos sus deseos y necesidades” (Vázquez y Trespalacios, 2012).

Para poder conseguir que estos ítems lleguen a los clientes se han de disponer de los canales de distribución, que, según los mismos autores se comprende como la trayectoria que recorren

los productos para llegar al cliente desde el proveedor. En los canales de distribución actúan diversos jugadores, entre ellos los fabricantes, los mayoristas, los minoristas y otros intermediarios.

Los canales de distribución se pueden clasificar en: canales directos, canales indirectos cortos y canales indirectos largos (Sunil Chopra, 2003). En el canal directo no hay intermediarios, sino que el producto llega directamente desde el fabricante hasta el usuario final. Por otro lado, en el canal indirecto corto participa el fabricante, el minorista y el consumidor. La diferencia con el indirecto largo, es que en este último son 4 los participantes: productor, mayorista, minorista y consumidor.

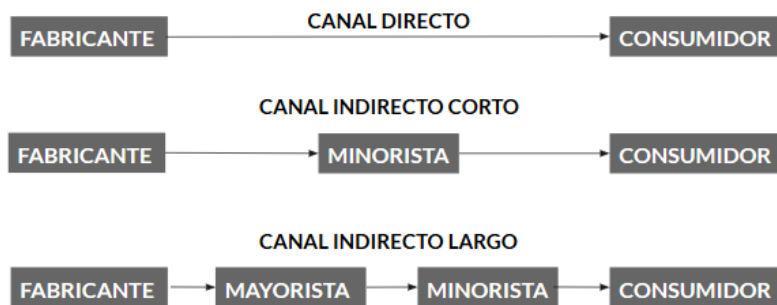


Figura 16. Representación de los tipos de canales de distribución. Fuente: Apuntes de Logística de Distribución Directa e Inversa. DOE. UPV

Para poder ver la evolución que ha sufrido el comercio minorista en los últimos años se ha recurrido al informe publicado en marzo por parte del INE. En este se muestra la variación porcentual de ventas con respecto al año anterior. Según los datos publicado en febrero de 2020, se ve que el comercio minorista ha sufrido un incremento del 1,8% con respecto al mismo mes del año anterior. En años anteriores la tendencia había sido positiva también, aunque con un mayor incremento:

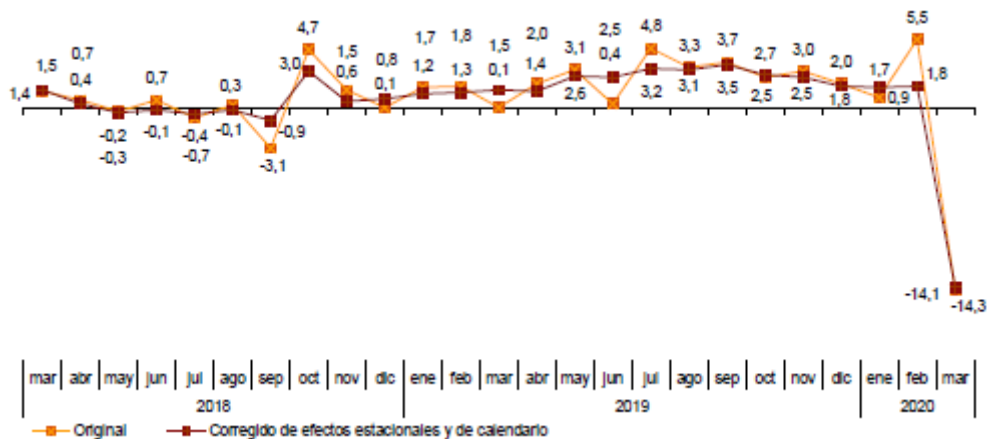


Figura 17. Variación anual de las ventas en el comercio minorista. Fuente: INE, 2020. Índices de Comercio al por Menor (ICM). Base 2015

Sin embargo, lo más destacable de la Figura 17 es el desplome del ICM en el mes de marzo de 2020, causado posiblemente por la crisis del COVID-19.

Por otro lado, si se observa la evolución por tipo de producto se destaca el hecho de que los productos de alimentación son los únicos que han sufrido una variación positiva (8,4%) en el mes de marzo de 2020 con respecto al mes anterior. Se ha producido el efecto de acaparamiento por parte de los consumidores, tanto a través del canal on-line como del tradicional. En el caso del canal digital, se ha producido un incremento desproporcionado de la demanda para el que los distribuidores no estaban preparados. Empresas como Carrefour se han visto obligadas durante el inicio del confinamiento a limitar las ventas on-line para solo aquellas personas más vulnerables, debido a que no eran capaces de hacer frente a la demanda (J. Esteve Gutiérrez, 2020).

4.7. RETAIL

Según la Ley de Ordenación del Comercio minorista (Ley 7/1996 de 15 de enero), el comercio minorista o *retail* se define como “aquella actividad desarrollada profesionalmente con ánimo de lucro consistente en ofertar la venta de cualquier clase de artículos a los destinatarios finales de los mismos, utilizando o no un establecimiento”. En general, el *retail* o venta al detalle se caracteriza por vender al por menor, siendo múltiples los clientes y las cantidades de stock que se desean vender grandes (Oleoshop, 2017).

Según F. Pasamón (2020), socio responsable de Consultoría de *Retail* en Deloitte, se han producido cambios muy significativos en el sector de la venta al detalle en los últimos años. Esto es debido a que han aparecido empresas que han revolucionado el sector y han conseguido satisfacer la necesidad de inmediatez de los consumidores. Entre estas empresas podemos encontrar a Amazon que ofrece el servicio *Prime Now*, y que fuerza a las demás empresas a buscar nuevas alternativas y alianzas para poder continuar siendo competitivos.

Además, está comenzando a impactar en otros sectores más allá de la moda o la tecnología, como por ejemplo el sector de la alimentación. En Europa se está experimentando para poder proveer a los clientes de la comodidad de las entregas en domicilio y, también, para asegurar la calidad y frescura de los productos que se ofrece mediante el comercio de proximidad. En el futuro serán clave los acuerdos entre empresas del sector tecnológico y de mensajería de manera que se creen alianzas con el fin de ser más competitivos (F. Pasamón, 2020).

En Europa, las empresas detallistas representan el 34,4% de los ingresos totales del sector y están presentes de media en más de 18 países en total. De todas estas, el 40% son empresas del sector de la distribución alimentaria (Deloitte, 2020). En España existen varias cadenas de gran

consumo que están apostando por el *ecommerce* como son Carrefour, El Corte Inglés, DIA, entre otras. El Corte Inglés desarrolló una aplicación móvil para facilitar las compras a través de ese mismo canal (CESCE, 2015).

4.7.1. TOP RETAILERS

En el este apartado se va a comentar sobre el análisis realizado por la consultora Deloitte en 2020 en el que se listan los 250 mejores detallistas basado en su desempeño en distintas geografías y en los datos fiscales disponibles de 2018 (FY2018). También, se resalta la presencia de empresas españolas en este ranquin, así como de aquellas más relevantes que son del sector de la distribución alimentaria originarias de cualquier país.

El primer lugar de la lista lo ocupa Wal-Mart Stores, Inc dentro del grupo operacional de los hipermercados y grandes superficies, presente en 28 países. Esta empresa invirtió 5,4 billones de dólares en su estrategia omnicanal, centrándose en desarrollar el *ecommerce*. Esto, ha permitido incrementar sus ventas a través de este canal en un 40% gracias a la expansión de sus localizaciones de recogida en tienda y a la remodelación de sus tiendas.

Existe una gran presencia de compañías del sector de la alimentación. Por ejemplo, solo el top 10 de la lista está formado en un 60% por empresas que comercian con productos de alimentación, entre ellas Wal-Mart, Costco Wholesale Corporation, Schwarz Group, The Kroger Co., Aldi y Tesco. Con respecto a la clasificación en general, casi el 40% de las empresas son supermercados, hipermercados, economatos, tiendas de descuento o grandes almacenes que distribuyen productos de alimentación. En la Tabla 5 se muestran los detalles para los diez primeros *retailers* del reporte publicado por Deloitte (2020).

Tabla 5. Datos de los diez primeros detallistas según la clasificación de Deloitte. Fuente: Deloitte, 2020 “Global Powers of Retailing 2020”.

| Nombre de la compañía | País de origen | Año financiero 2018 Ingresos | Formato operacional | Presencia en países | Ingresos 2013-2018 |
|--------------------------------|----------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------|
| Wal-Mart Stores, Inc. | EE. UU | 514,405 | Hipermercado/gran superficie | 28 | 1.6% |
| Costco Wholesale Co. | EE. UU | 141,576 | Cash & Carry/economato | 11 | 6.1% |
| Amazon.com Inc. | EE. UU | 140,211 | Sin tienda física | 16 | 18.1% |
| Schwarz Group | Alemania | 121,581 | Tienda de descuentos | 30 | 7.1% |
| The Kroger Co. | EE. UU | 117,527 | Supermercado | 1 | 3.6% |
| Walgreens Boots Alliance, Inc. | EE. UU | 110,673 | Droguería/farmacia | 10 | 8.9% |
| The Home Depot, Inc. | EE. UU | 108,203 | Mejora del hogar | 3 | 6.5% |
| Aldi Einkauf GmbH & Co. oHG | Alemania | 106,175 | Tienda de descuentos | 19 | 6.7% |
| CVS Health Co. | EE. UU | 83,989 | Droguería/farmacia | 2 | 5.1% |

| Nombre de la compañía | País de origen | Año financiero 2018 Ingresos | Formato operacional | Presencia en países | Ingresos 2013-2018 |
|-----------------------|----------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------|
| Tesco PLC | Reino Unido | 82,799 | Hipermercado/gran superficie | 8 | 0.1% |

Por otro lado, se detecta una fuerte presencia de empresas españolas en la clasificación con tres de las cinco empresas destacadas entre las 100 primeras. De la Tabla 6, es remarcable el hecho de que cuatro de las cinco empresas representadas se dedican total o parcialmente a la distribución de productos de alimentación. Además, todas ellas han apostado en mayor o menor medida por el comercio electrónico para aportar la conveniencia que los consumidores buscan.

Tabla 6. Datos de las empresas españolas presentes en el ranking. Fuente: Deloitte, 2020 “Global Powers of Retailing 2020”.

| Posición en el ranking | Nombre de la compañía | Año financiero 2018 Ingresos | Formato operacional | Presencia en países | Ingresos 2013-2018 |
|------------------------|---|------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 33 | Inditex, S.A. | 30,673 | Ropa | 202 | 9.3% |
| 36 | Mercadona, S.A. | 26,256 | Supermercado | 2 | 4.3% |
| 65 | El Corte Inglés, S.A. | 15,123 | Grandes almacenes | 20 | 3.2% |
| 122 | Distribuidora Internacional de Alimentación, S.A. (Dia, S.A.) | 8,599 | Tienda de descuentos | 4 | -5.8% |
| 193 | Grupo Eroski | 5,298 | Supermercado | 3 | -4.6% |

Según el estudio de Netquest y AECOC (2019) los principales distribuidores según las ventas online de productos de gran consumo en España son por orden:

Tabla 7. Principales distribuidores de productos de gran consumo. Fuente: Netquest, & AECOC, 2019 “Ventas E-commerce en Productos de Gran Consumo (GC)”.

| |
|--------------|
| 1. Carrefour |
| 2. Amazon |
| 3. Mercadona |
| 4. Zooplus |
| 5. DIA |

En España la distribución alimentaria está muy fragmentada, a diferencia de otros países como Irlanda, Dinamarca y Suecia donde los principales distribuidores condensan aproximadamente el 70% de la participación. En España, los diez primeros suponen únicamente el 51,1% en 2013, según CESCE (2015). Los principales jugadores se detallan en la Figura 18 según su participación en el mercado.

La compañía que más participación tiene en el mercado es Mercadona, que en 2019 aumentó un 0,6% con respecto al año anterior. Esta empresa tiene una de las mayores penetraciones en

el mercado (91,7%) (El Confidencial, 2020) y además la facturación del comercio electrónico ya supone el 1% del total, con un valor de 250 millones de euros en 2018 (J. González Marcos, 2020).

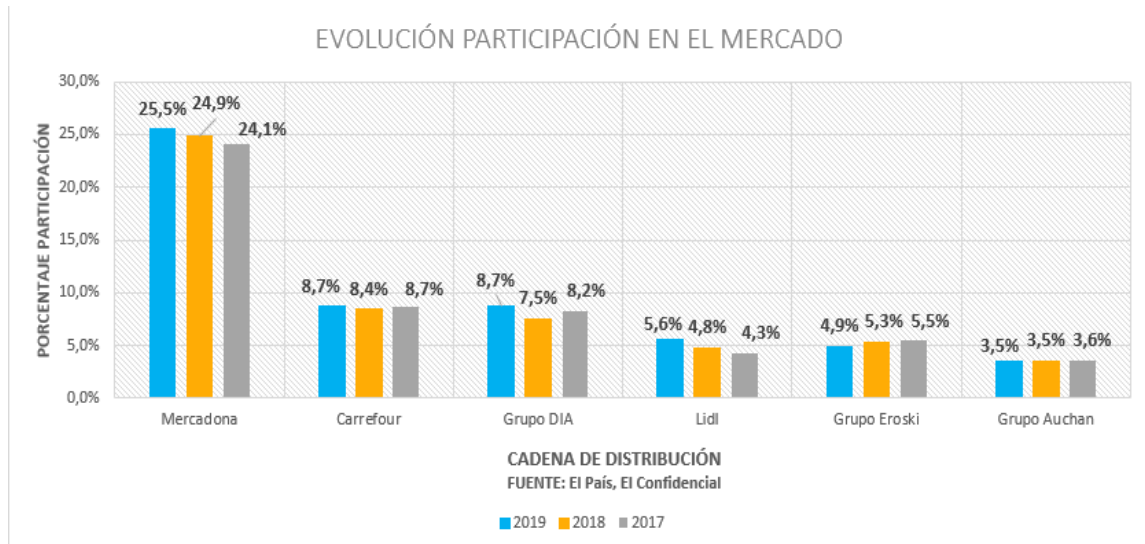


Figura 18. Evolución participación en el mercado por cadena de distribución. Fuente: El Confidencial & El País.

Como se viene comentando, el *ecommerce* aún no se ha desarrollado tanto en el sector de la alimentación como lo ha hecho en otros. Sin embargo, existen múltiples áreas de mejora en las que las empresas distribuidoras en España pueden investigar e invertir capital con tal de optimizarlas y obtener los pertinentes beneficios. Este trabajo se centra en la mejora del *picking* para la preparación de pedidos realizados a través de las plataformas digitales. Se sabe que el 62% de las empresas prepara los pedidos en tienda para aquellos que son para entregar en el mismo día, donde el 43% lo hace a través de una trastienda, 19% a través de la tienda principal y el 15% a través de almacenes (Capgemini, 2019).

Sin embargo, los clientes desean cada vez más entregas en el mismo día, y es por esto por lo que el 89% de las organizaciones están invirtiendo en la mecanización y automatización de las trastiendas para poder abarcar un mayor número de pedidos diarios.

Según el análisis de Capgemini (2019) se puede conseguir un incremento de los márgenes del ejercicio en un 14% si se consiguiese reducir el coste de las entregas a través de los establecimientos. En los próximos apartados se van a mostrar distintos ejemplos de algunas empresas relevantes del sector de la distribución alimentaria que tienen que ver con las inversiones en este tipo de tecnología.

4.7.2. TESCO

Como se ha comentado en el apartado anterior, el Reino Unido junto con Francia es uno de los países en los que el comercio electrónico de productos de alimentación está más desarrollado. La cadena Tesco, originaria de este mismo país se convirtió en la primera del país en conseguir entregar un millón de pedidos en una semana durante el confinamiento (J. Coker, 2020).

4.7.3. WALMART

Es el detallista que ocupa la primera posición en el ranking de Deloitte (2020) y es uno de los que más ha invertido en innovación con el fin de mejorar la productividad, reducir costes y ofrecer nuevas experiencias y un mejor servicio a los clientes. Específicamente, en el año fiscal de 2018 invirtió 5,4 billones de dólares en el canal de ventas digital que, como se ha comentado antes, permitió un incremento de las ventas de un 40% (Deloitte, 2020)

En 2018, la empresa probó un proyecto piloto para automatizar un centro de distribución de 1.900 m² utilizando robots y otros equipos. Ofrecía varias innovaciones tecnológicas, entre ellas una torre de recogida de pedidos, similar al Click and Collect (C&C), un robot que escanea las estanterías y de forma automática comprueba los niveles de stock, corrige precios incorrectos y productos sin etiqueta, y también otro ítem que actúa de escáner y cinta transportadora para sortear automáticamente los productos descargados para la reposición de stock.

Otra ventaja que esta empresa ofrece a los clientes es la de pedir sus productos tanto secos como frescos a través de la página web o a través de su aplicación (Walmart Grocery App) al mismo precio y, asegurando los mismos precios que en la tienda física (Walmart, 2018). Por otra parte, en la etapa de la última milla, WalMart ha colaborado con Ford para diseñar un servicio de entrega de alimentos y otros bienes mediante vehículos autónomos. El objetivo se trata de disminuir en 2021 los costes de la última milla (Capgemini, 2019).

Existen otros proyectos que ha desarrollado WalMart con el fin de mejorar sus resultados, disminuyendo costes y haciendo que se incrementen las ventas. En general, se puede ver por qué es la mejor empresa en cuanto a desempeño según los factores considerados en el reporte de Deloitte (2020). Se trata de una empresa que sigue apostando por la innovación de carácter tecnológico y esto provoca que los demás *competidores* tengan que buscar a su vez otros proyectos para continuar siendo competitivos y no perder la actual cuota de mercado.

4.7.4. CARREFOUR

Carrefour ha sido excluida de la clasificación de detallistas elaborada por Deloitte en la edición de 2020 a petición propia. Sin embargo, como se ha mostrado, es la segunda distribuidora con más cuota de mercado en España, por lo que es relevante detallar algunos de sus últimos movimientos.

Ha realizado pactos y formado alianzas con varias empresas en los últimos años con el fin de unificar fuerzas, entre ellas Google y Glovo. Con la primera se alió en 2018 para empezar a poner en marcha la iniciativa a principios de 2019. El acuerdo se basaba en la inclusión de la oferta de Carrefour en la plataforma de Google en Francia, de manera que se conseguía impulsar las capacidades logísticas y tecnológicas de la distribuidora (FoodRetail, 2018).

Posteriormente, a finales de 2019 formó una nueva alianza con Glovo con la finalidad de poder entregar sus productos todos los días de la semana en media hora a través de la plataforma del último. El pedido se prepara en una tienda física y es recogida por uno de los trabajadores de Glovo (Institut Cerdà, 2020).

Por último, ofrece el servicio Carrefour Drive a través del cual se permite recoger el pedido en el parking del supermercado. Supone un coste de 3 euros para cualquier compra, excepto para aquellas cuyo importe sea mayor a 50 euros, para las cuales es gratuito (R.F.R, 2020).

4.7.5. AMAZON

Amazon es otro de los claros ejemplos de empresas que apuestan por la innovación y ven reflejado en sus resultados las mejoras derivadas de la innovación a lo largo de su cadena de suministro. Ha subido a la tercera posición de la lista elaborada por Deloitte (2020) y cuenta con el mayor crecimiento de resultado con respecto a las empresas que forman el Top 10.

Una de las iniciativas más relevantes del año fiscal 2018 ha sido la adición de más de 743.000 metros cuadrados para sus operaciones de venta on-line de alimentos. Además, ha lanzado un nuevo servicio de compras en línea a través de *Prime Now*, *Whole Foods Market* y *Amazon Go* (Deloitte, 2020).

Además, esta empresa se ha esforzado por reducir los elevados costes de la última milla mediante el desarrollo de distintos proyectos. En primer lugar, se lanzó el concepto de los “lockers” en *Whole Foods Markets* y otras ubicaciones estratégicas en EE. UU que permite cumplir con varias entregas en una misma localización. Ha colaborado con *General Motors* y *Volvo* para experimentar con las entregas en el vehículo del comprador cuando este se encuentra aparcado en casa o en la oficina (Capgemini, 2019).

Por último, en España, Amazon tiene un acuerdo con *DIA* de manera que este último utiliza su plataforma para realizar las entregas en dos horas derivadas de las ventas en línea; este servicio se encuentra disponible en Madrid, Barcelona y Valencia (CESCE, 2019).

4.7.6. MERCADONA

Mercadona es la empresa española de distribución alimentaria más relevante del ranking, ocupando el puesto 36 en la edición de 2020. Esta compañía invierte millones en innovación cada año y representa el 25% de la cuota de mercado en España de su sector.

Además, aunque sigue apostando por las ventas en tienda física, no deja de lado el *ecommerce* y lo reconoce como un aspecto en el que desarrollarse. Es por esto por lo que en 2018 Mercadona inició un proceso de renovación, con la finalidad de mejorar su canal de ventas digital. Crearon una nueva aplicación más intuitiva que la anterior y, a su vez, se inició el proyecto de lo que ellos llaman las “colmenas”.

En Madrid, Barcelona y Valencia muchos de los pedidos ya no se preparan en las tiendas, sino que lo hacen en estos centros logísticos desarrollados para ese fin. Con esto, mejora la productividad hasta cuatro veces más que con el método actual de preparación de pedidos en tienda. La empresa ha invertido entre 7 y 12 millones en cada uno de estos centros, además de en la flota de vehículos y en la contratación de personal. Utilizan transportes específicos con un sistema que permite almacenar productos en tres zonas de temperatura, lo cual permite el transporte tanto de productos secos como de los frescos (J. Salvatierra, 2019). Aunque son todavía las personas quienes preparan las entregas, se ha conseguido mejorar considerablemente la productividad pudiendo abarcar de esta forma mayor volumen de pedidos (C. Delgado, 2019).

Este es un ejemplo de lo que se viene comentando desde el principio del documento. Es clave que las empresas continúen invirtiendo capital en innovación para desarrollar su estrategia de competitividad y hacer frente a la demanda.

Durante la crisis del COVID-19 se ha visto una oportunidad de desarrollo en el *ecommerce* de la distribución de alimentos. Durante el principio del confinamiento, el 20% de los usuarios que no había comprado antes a través del canal digital lo ha hecho en este momento. (Redacción Aral, 2020)

Esto, ha provocado un gran crecimiento de las ventas on-line que, según la consultora Nielsen, hasta se han multiplicado por cuatro. Sin embargo, muchas empresas no estaban preparadas para hacer frente al rápido incremento, cuando antes solo atendían un 2% de sus ventas a través de sus plataformas en línea. El 57% de los encuestados por la consultora Oliver Wyman apuntó a la falta de horarios disponibles para la entrega (Efe, 2020).

5. PROPUESTA Y DESARROLLO

5.1. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

En este apartado se va a desarrollar en profundidad la problemática que se encuentra en el sector mostrando datos recopilados de distintos estudios. En el apartado 4.5.3 se ha hablado sobre cuáles son los aspectos relacionados con el proceso de compra on-line que los consumidores consideran más relevantes. El 50% de los usuarios valora la entrega en el mismo día como uno de los más importantes (Figura 15) y el 20% considera las entregas al día siguiente el plazo razonable de llegada del pedido (Figura 14).

El análisis de la actuación de las empresas en la última milla se va a realizar centrado en aquellas entregas que están destinadas a ser entregadas en el mismo día de la compra o entrega en dos horas. Además, el centro será la etapa de preparación de pedidos y las características que lo definen (localización, grado de automatización e integración) (A. Hübner, 2016)

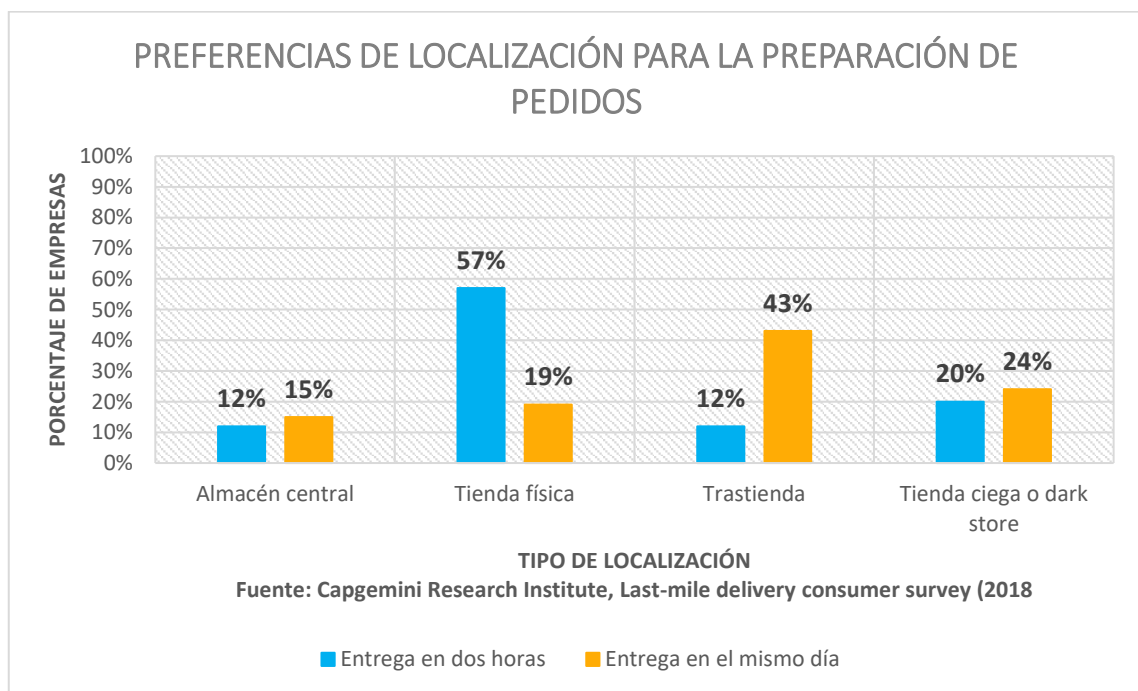


Figura 19. Preferencia de ubicación en la que realizar la preparación de pedidos on-line.
Fuente: Capgemini, 2019. “The last mile delivery challenge”

De la Fig. 19 se desprende que la mayoría de las empresas que ofrecen servicio de entrega en dos horas, preparan las entregas desde las tiendas tradicionales (57%), mientras que para las entregas en el mismo día el 43% lo hace desde la trastienda. Además, el menor porcentaje se encuentra en las preparaciones a través de los almacenes centrales.

Sin embargo, una operativa unificada de la cadena de suministro para los pedidos on-line y la distribución a tienda podría reducir los costes gracias a la menor inversión en inventario, plazos de entrega más flexible y mayor frecuencia de entrega, según el estudio de Capgemini (2019).

A.Hübner et al. (2016) explican que realizar el *picking* en tienda puede ser una buena opción para un distribuidor que quiera adentrarse en la omnicanalidad. Esto es debido a que de esta manera pueden ofrecer una amplia gama de productos sin necesidad de invertir en nuevas infraestructuras. A pesar de esto, el espacio disponible en la tienda física supone una restricción para las ventas en línea y entorpece las compras de los consumidores tradicionales. Por otro lado, la disposición de las tiendas está diseñada con la finalidad de mostrar los productos, y no para la optimización de rutas para la preparación de pedidos. A esta metodología le acompañan también problemas de posibles roturas de stock ya que los clientes continúan comprando en línea, mientras que otros lo hacen en tienda, lo cual hace complicada la gestión de inventario.

Por el contrario, la preparación de envíos en el almacén central permite evitar estos problemas puesto que la distribución de este es la correcta y se puede abarcar un mayor volumen de entregas. El aspecto negativo de este modo es el aumento en la inversión necesaria y la dificultad añadida para manejar el proceso entero, por lo que esta estrategia solo sería apta para aquellas empresas que cuentan con la experiencia necesaria en el manejo del canal de ventas online.

Más allá de esas dos alternativas, existe también la preparación de pedidos a través de las *dark stores* o tiendas oscuras, que se trata de instalaciones destinadas únicamente a la preparación de pedidos de comercio electrónico con un aspecto parecido al que tienen las tiendas físicas. Habitualmente están localizados en la cercanía de los núcleos urbanos para poder dar una mejor respuesta a la demanda.

Como se ve en el Gráfico 11, ya es la segunda opción para los detallistas en pedidos que se entregan en dos horas o en el mismo día. Se trata de un servicio ágil y eficiente gracias al Sistema de Gestión de Almacenes (SGA) que permite optimizar parte del proceso, como por ejemplo las rutas de los operarios. Aporta las ventajas de operar en un almacén central gracias a la posibilidad de automatización y la operativa 24/7, pero estando más cerca de los clientes finales.

En relación con la automatización del *picking* A. Hübner et al. (2016) afirman que existen varios grados. En primer lugar, si el *picking* se realiza en tienda la automatización es complicada puesto que habría que adaptar los comercios a la tecnología, lo cual no es siempre posible. En estos casos el proceso es manual, mientras que si se realiza en almacenes está la posibilidad de elegir el grado de automatización que se desea: manual, semiautomático o automático.

Para determinar el nivel de automatización habría que fijarse en la inversión y los costes operativos. Sin embargo, aumentar la velocidad a la que se puede realizar la preparación de pedidos con la tecnología, puede llevar a ahorrar en costes operativos y en costes unitarios por

preparación. La productividad que se puede conseguir con un procedimiento automatizado es de entre 150 y 300 líneas de pedido por hora, mientras que en el manual en tienda estaría entre 80 y 120 por hora (A. Hübner et al, 2016).

Existen ya varios detallistas del sector de la alimentación que se han decantado por la automatización del *picking* y por la descentralización de las tiendas físicas de este proceso. Entre ellos destacan Walmart, Tesco, Carrefour y, en territorio español, Mercadona. En el caso de Mercadona, como se introduce en el punto 5.7.6, la inversión de hasta 12 millones se ha realizado en varias “colmenas”, que en realidad se trata de *dark stores* (Mecalux, 2020). Carrefour ha optado por la misma opción formando una alianza con una *start up* colombiana con el fin de abrir estas tiendas ciegas. En última instancia, todas estas compañías buscan innovar, diferenciarse y ofrecer un mejor nivel de servicio a los clientes finales. Además, queda clara la importancia de realizar este tipo de remodelaciones si las compañías quieren mantener su cuota de mercado o incluso incrementarla.

Otros de los motivos que animan a fijarse en la optimización de la tarea de *picking* son los costes y el tiempo que supone este proceso en comparación con los demás. La preparación de pedidos a menudo se encuentra entre el 50 y el 55% del total de los costes de la mano de obra y, por tanto, del tiempo necesario para completar la función.

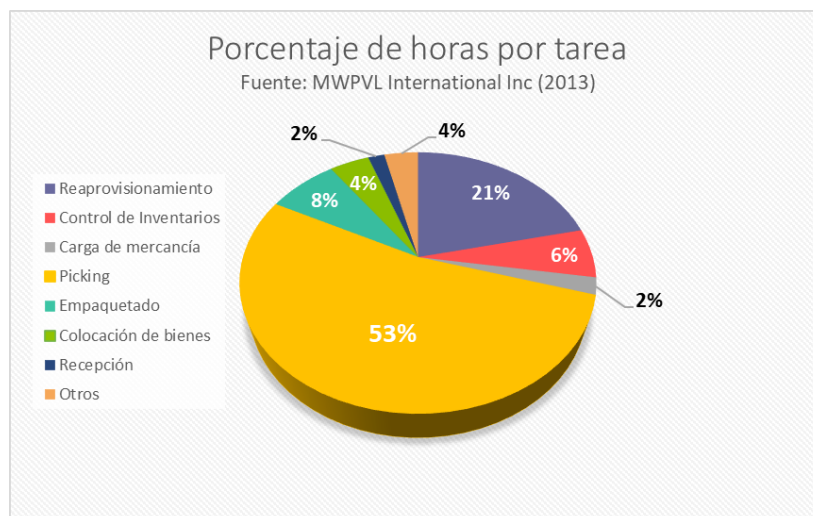


Figura 20. Porcentaje de horas por tarea. Fuente: MWPVL International Inc., 2013. How to Select a Split Case Picking System

Como se ve la tarea de *picking* junto con la de reaprovisionamiento son las que más tiempo ocupan de entre todas las tareas que se llevan a cabo en un almacén central. Serán también aquellas que mayor coste supongan para la empresa (Figura 21).

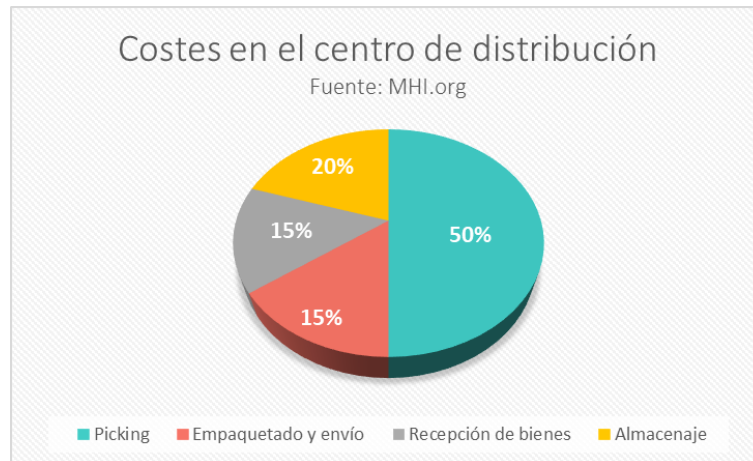


Figura 21. Costes en el centro de distribución. Fuente: M. Ellinger et al, 2013. *How to Choose an Order-Picking System.*

Teniendo en cuenta la importancia de optimizar la preparación de pedidos, con la consiguiente reducción de costes y de plazos de entrega, el objetivo final de este estudio es proponer una estrategia alternativa a la tradicional que consiga cumplimentar al máximo estos objetivos. Atendiendo al mismo tiempo a las características del sector de la distribución alimentaria en España.

5.1.1. COSTE DE PREPARACIÓN DE PEDIDO EN TIENDA FÍSICA

Para averiguar el coste en tiempo de la preparación de pedidos en tienda física, se ha realizado una toma de tiempos a través de un total de 15 experimentos. Se han realizado compras entorno a los 50,00€ incluyendo aproximadamente 13 líneas por pedido de media. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Resumen toma de tiempos experimental. Fuente: elaboración propia

| Experimento | Duración picking (min) | Líneas de pedido | Importe total |
|-------------|------------------------|------------------|---------------|
| 1 | 0:20:02 | 11 | 51,33 € |
| 2 | 0:19:21 | 12 | 47,25 € |
| 3 | 0:16:06 | 15 | 41,57 € |
| 4 | 0:06:07 | 4 | 13,11 € |
| 5 | 0:09:14 | 8 | 24,32 € |
| 6 | 0:14:17 | 9 | 40,40 € |
| 7 | 0:21:45 | 13 | 62,93 € |
| 8 | 0:22:07 | 16 | 59,50 € |
| 9 | 0:13:37 | 7 | 32,51 € |
| 10 | 0:22:50 | 14 | 49,42 € |
| 11 | 0:35:30 | 20 | 95,60 € |
| 12 | 0:27:21 | 17 | 81,26 € |
| 13 | 0:22:47 | 15 | 63,45 € |
| 14 | 0:19:33 | 14 | 59,22 € |
| 15 | 0:29:02 | 18 | 76,14 € |

Estos son los datos originales, pero, como se ha explicado en el apartado 4.5.1, el coste medio de una cesta comprada a través del canal digital es de aproximadamente 100,49€. Para conseguir aproximar los datos a ese coste, se ha realizado un gráfico con los datos originales, aproximándolos a una curva logarítmica que permitirá hacer la equivalencia siguiendo con la distribución de los puntos (Figura 22).

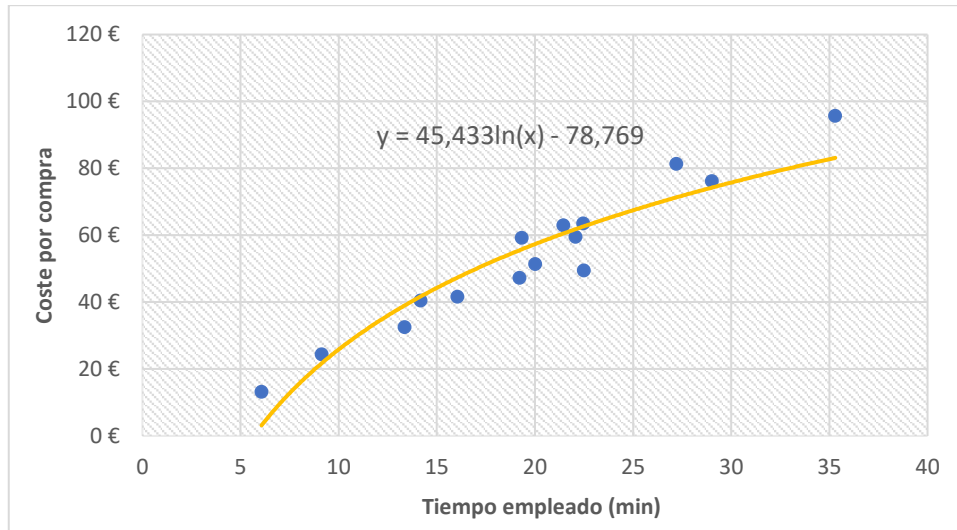


Figura 22. Gráfico de distribución de la toma de tiempos. Fuente: elaboración propia

Utilizando la ecuación que aparece en el gráfico (Ecuación 1), se ha obtenido el resultado aproximado al tiempo que se tardaría en preparar un pedido manualmente de ese tamaño. Sustituyendo y por los 100,49€ de gasto medio, se obtiene un resultado de x de un total de 51,7 minutos.

$$y = 45,433 \ln(x) - 78,769$$

Ecuación 1. Ecuación logarítmica de ajuste de los datos

Para apoyar el resultado con otra información extra, se ha realizado una encuesta a los usuarios en la que se les preguntaba por el tiempo que emplean en comprar de media y cuánto suelen gastar. En total se recibieron 160 respuestas que han permitido la elaboración del gráfico siguiente (Figura 23).

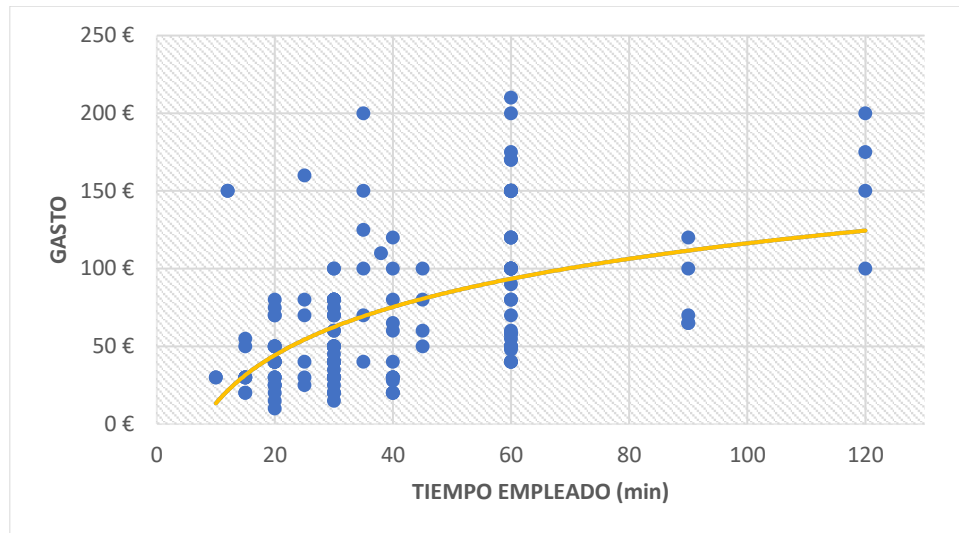


Figura 23. Gráfico de dispersión datos de los encuestados. Fuente: elaboración propia

Tomando únicamente los datos de los usuarios que respondieron que gastaban alrededor de 100€ por compra, se ha calculado la media obteniendo un resultado de 52,5 minutos, que se aproxima a lo calculado con los experimentos.

Tabla 9. Respuestas para las compras de 100€ según los usuarios. Fuente: elaboración propia

| Experimento | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Media |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|
| Tiempo (min) | 30 | 60 | 60 | 90 | 60 | 60 | 35 | 60 | 30 | 40 | 45 | 60 | 52,5 |

Este resultado servirá en los próximos apartados para poder comparar el coste de preparar un pedido en tienda manualmente con el coste de prepararlo en un centro de distribución automatizado.

5.2. CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS

El sector de la distribución alimentaria presenta complicaciones añadidas a la automatización. Los productos que se distribuyen presentan características muy distintas entre ellos. Algunos productos muy pesados como los packs de leche o de agua entre otros restringen las posibilidades de mecanización del proceso. Además, están los productos perecederos que han de mantenerse sin romper la cadena de frío, por lo que se necesitan sistemas de almacenaje que ofrezcan las condiciones adecuadas, complicando así la gestión.

En este estudio para poder definir los medios de manutención apropiados se van a clasificar los productos en 5 grandes categorías: productos secos, refrigerados, pescadería, panadería y congelados. Además, se va a utilizar una clasificación ABC con la finalidad de conocer su rotación y la inversión que se debería realizar en cada una de las partes. En la siguiente tabla se puede ver la clasificación de los productos de una forma más ampliada:

Tabla 10. Clasificación de las referencias en el almacén. Fuente: elaboración propia

| | Categoría | Sistema de almacenaje | Rotación |
|-----------|------------------|-----------------------|----------|
| PANADERÍA | Panadería | - | C |
| SECOS | Aperitivos | A-frame | B |
| | Arroz | A-frame | B |
| | Legumbres | A-frame | B |
| | Pasta | A-frame | B |
| | Espicias | A-frame | C |
| | Azucar | A-frame | B |
| | Chocolate | A-frame | B |
| | Cereales | A-frame | B |
| | Galletas | A-frame | B |
| | Zumos | A-frame | B |
| | Aceite | Carrusel | B |
| | Agua y refrescos | Carrusel | A |
| | Bodega | Carrusel | A |
| | Conservas | Carrusel | B |

| | Categoría | Sistema de almacenaje | Rotación |
|--------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| SECOS | Cosméticos | Carrusel | B |
| | Huevos | Carrusel | B |
| | Leche | Carrusel | A |
| | Productos de limpieza | Carrusel | A |
| CONGELADOS | Congelados | Multi-shuttle | B |
| REFRIGERADOS | Carne | Multi-shuttle | B |
| | Postres | Multi-shuttle | B |
| | Quesos | Multi-shuttle | B |
| | Fruta | Multi-shuttle | C |
| | Verdura | Multi-shuttle | C |
| | Charcutería | Multi-shuttle | B |
| PESCADO | Pescado | Multi-shuttle | C |

El proceso de preparación de pedidos, siguiendo el modelo de Mercadona, se realiza de forma separada en función de la temperatura a la que se deban almacenar los ítems (C. Delgado, 2019). Por tanto, se puede asumir que además de la clasificación por tipo de producto, será importante tener en cuenta las condiciones del entorno para agrupar las categorías.

En cuando a los productos secos, estos incluyen los productos A, mencionados en el apartado 4.5.1. Entre ellos leche, agua, fragancias, o cerveza que se almacenan sin condiciones especiales y justificarán una inversión mayor que el resto de los productos, debido a que aparecen en la mayoría de las cestas en compras on-line.

Las demás categorías se tendrán que preparar y almacenar individualmente puesto que las temperaturas requeridas difieren. Se utilizarán sistemas apropiados para referencias tipo B (rotación media) y tipo C (rotación baja), que supondrán una menor inversión.

En el caso de los productos secos, existen diferencias entre las referencias que se incluyen en esta categoría. Algunos productos secos como pueden ser paquetes de patatas fritas, fragancias, botellines de cerveza, etc. tienen un tamaño y peso bajo por lo que se almacenarán y se prepararán con un sistema distinto al que utilizarán productos como packs de leche, packs de agua entre otros.

5.3. SUPUESTOS

Para realizar el presente trabajo se han tomado como referencia algunas suposiciones para facilitar el cálculo o bien para justificar el estudio. En primer lugar, el análisis está basado en la operativa de una empresa del sector de la distribución alimentaria en una gran ciudad de como mínimo 100.000 habitantes. Se ha considerado de esta manera para poder justificar la inversión necesaria en la propuesta de automatización, puesto que una población menor tendría un volumen de pedidos diarios mucho menor. Además, se sabe que la mayoría de los consumidores de este tipo de comercio electrónico forman parte de la clase económica media.

El volumen de pedidos diarios se estima en 800, dato cogido del artículo redactado por C. Delgado (2019) que habla sobre una de las empresas más importantes del sector. Este nivel de comandas se supone estable durante toda la semana laborable (lunes a viernes). Además, cogiendo datos de AECOC y Netrica (2019), se sabe que los usuarios gastan de media unos 100,49€ por cada pedido que incluye aproximadamente 20,6 ítems.

Estos últimos datos han hecho posible que se pudiesen obtener los datos de las unidades de pedido, teniendo en cuenta también la cantidad de referencias aproximadamente que hay en cada categoría de producto (Tabla 12). Además de esto, es importante mencionar que no se va a considerar la construcción de un nuevo almacén puesto que la suposición es que este centro de distribución ya existe y los sistemas nuevos se montarán en el interior de la nave.

Otra de las suposiciones realizadas es que en el centro trabajan en la situación original un total de 160 personas preparando pedidos desde las 22h hasta las 7 de la mañana que es cuando se empiezan a repartir. Estos operarios tendrán un salario bruto anual de 16.056€ realizando un total de 1.529,5 horas productivas al año. Este último dato se ha calculado y se explicará cómo se llega al resultado en el siguiente apartado. Además, para calcular el coste por operario se han de añadir las cargas sociales que dependen del tipo de contrato del trabajador. Por esto, se ha supuesto que se trabaja con operarios con contrato indefinido.

5.4. VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

Este apartado tiene como objetivo desarrollar en mayor profundidad las alternativas tecnológicas con el fin de conseguir la automatización del *picking*. Para eso, se detallan las características de aquellos sistemas que existen actualmente en el mercado y se relacionarán, si es posible, con ejemplos reales de empresas del sector que los utilicen.

Se aportan datos sobre productividad y tamaño de la inversión, entre otros, que serán necesarios para poder realizar la valoración de todas las propuestas. Finalmente, esto derivará en la elección de los sistemas de almacenaje y manutención para la propuesta, que tendrá que adecuarse a las características de las empresas del sector de la distribución alimentaria que operan en España.

Además, existen múltiples opciones disponibles tanto para el principio persona-producto como producto-persona. En este caso, como se busca una propuesta de automatización se van a considerar aquellas que se rijan por el principio producto-persona, en los que el desplazamiento del operario se vea minimizado o eliminado.

La mayor inversión se realizará en los productos secos que incluyen los de mayor rotación (A), puesto que serán los que justifiquen un desembolso mayor. Como se ha visto en la Tabla 3 (pag. 19), los productos que más peso tienen en la cesta on-line son la leche, fragancias, cremas o geles y el agua.

5.4.1. UNIDAD DE ALMACENAJE

Para los sistemas a utilizar, especialmente en el caso del carrusel, las cajas a utilizar se pueden seleccionar atendiendo a las características de volumen, forma y peso de la mercancía almacenada. Se han elegido las cajas comercializadas por la empresa Comansa del modelo Cajas plásticas Eurobox BasicLine, puesto que son adecuadas para almacenar productos alimentarios y son resistentes al peso que se quiere colocar en ellas.



Figura 24. Cajas plásticas Eurobox BasicLine. Fuente: Comansa.eu.

Existen múltiples modelos combinando hasta 6 alturas y 4 dimensiones de base posibles. Para este estudio se han seleccionado 5 modelos que se utilizarán dependiendo de las propiedades de los productos.

Tabla 11. Dimensiones de las unidades de almacenaje a utilizar. Fuente: Comansa Comercial de Manutención S.L.

| Referencia | largo exterior (mm) | Ancho Ext (mm) | Alto exterior (mm) | Capacidad (Lts) | Peso (gr) |
|-------------------|---------------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------|
| BCCC-41995 | 400 | 300 | 270 | 24,6 | 1140 |
| BCCC-41999 | 600 | 400 | 170 | 35,6 | 1390 |
| BCCC-42000 | 600 | 400 | 220 | 44,2 | 1650 |
| BCCC-42001 | 600 | 400 | 270 | 54,4 | 1960 |

Tabla 12. Vista de las cajas a utilizar. Fuente: Comansa.eu



5.4.2. SISTEMAS DE ALMACENAJE

5.4.2.1. CARRUSEL HORIZONTAL

La primera opción es el carrusel horizontal que se trata de un almacén rotativo apto para productos de pequeño o medio volumen. Este sistema permite ser atendido por una persona, facilitando así la preparación de pedidos. Además, se trata de un sistema de alta densidad que permite un mejor aprovechamiento del espacio.

Se suele recomendar para empresas en las que se trabaje con un gran número de referencias distintas y en las que se tenga que atender numerosos pedidos. Una de las ventajas que posee este sistema, a parte de la eliminación de desplazamientos de operario, es que permite gran

adaptabilidad con otros de los elementos de los que se disponga en la empresa (*pick-to-light* o *put-to-light*, lectores de códigos de barra, etc.) (Mecalux, s.f).

Esta solución de almacenaje se suele utilizar para productos de media rotación (B) o baja rotación (C), debido a que su extracción no es tan rápida como se necesitaría en productos de alta rotación (A) (Mecalux, s.f).

En cuanto a las capacidades de almacenamiento, el carrusel horizontal soporta hasta 60.000 kg, donde cada contenedor aguanta hasta 680 kg. Además, puede almacenar desde 11 hasta 90 contenedores con alturas desde 1,8m hasta 3,6m. La amplitud de los contenedores varía entre los 60 y los 90 cm, y su profundidad es de entre 46cm y 56 cm (Modula, s.f).

Por otro lado, la fiabilidad del sistema es menor en comparación con otros sistemas automatizados, siendo la del carrusel del 99,90%. Finalmente, presenta otro inconveniente puesto que para ser repuesto necesita que la preparación de pedidos esté parada, lo cual requiere un buen conocimiento de los flujos de rotación de mercancías, complicando así la gestión (MWPVL International Inc., 2013).



Figura 25. Carrusel horizontal automático. Fuente: Mecalux, s.f. Almacenes verticales y carruseles verticales u horizontales

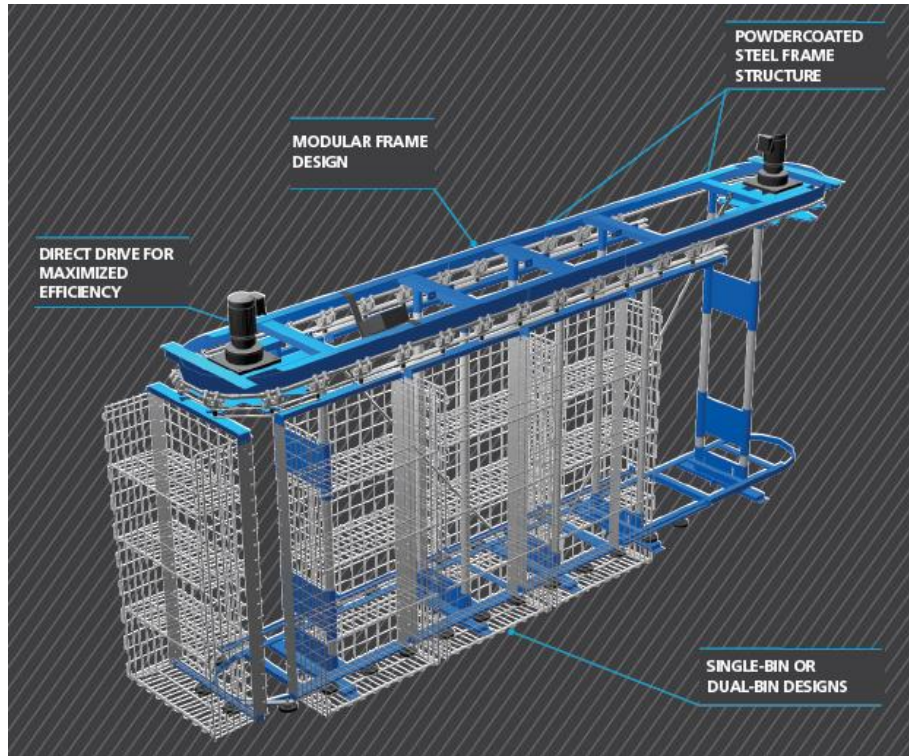


Figura 26. Estructura del carrusel horizontal. Fuente: Modula, s.f

En la Tabla 13 se muestran las características tecnológicas junto a la estimación de la inversión que sería necesaria para el carrusel horizontal.

Tabla 13. Resumen características tecnológicas del carrusel horizontal. Fuente: MWPVL International Inc., 2013). How to Select a Split Case Picking System.

| Sistema | Carrusel horizontal |
|--|--|
| Inversión de capital necesaria | Entre 65.000 y 115.000€ por carrusel + 90.000€ del coste de infraestructura |
| Capacidad de almacenamiento | Desde 11 hasta 90 contenedores soportando hasta 680kg por cada uno |
| Dimensiones por unidad de almacenaje | Ancho: entre 62 y 90 cm Profundidad: 46 cm hasta 56 cm Alto: 1,8m hasta 3,6m |
| Líneas por hora (velocidad normal) | 250 |
| Líneas por hora (velocidad alta) | 475 |
| Coste de mano de obra por pick (por operario) | 0,023-0,09€ |
| Fiabilidad | 99,90% |

5.4.2.2. MINILOAD

Esta estructura se controla a través de un sistema informático que permite ubicar los productos en las estanterías en un contenedor o bandejas gracias a un transelevador. Cuando se ha de extraer una mercancía el SGA lanza una orden de recogida y se lleva a un conveyor para llegar a la estación de *picking*.

Permite que el operario no se tenga que desplazar y evita la necesidad de la colocación y reabastecimiento manual. Además, es un sistema apto para gran variedad de referencias de distintos tamaños y volúmenes.

Es una opción que considerar en entornos en los que se necesite realizar entregas rápidas para conseguir ventaja competitiva frente a otras empresas del sector. Su uso es recomendado en compañías que tengan alta rotación de artículos y gran variedad de referencias (MWPVL International Inc., 2013).

En cuanto a las capacidades de almacenamiento, este sistema es bastante flexible puesto que se puede diseñar en función de las necesidades de almacenamiento que tenga la empresa. Tanto los niveles, como el número de pasillos o el largo de la estantería dependen de las características de cada compañía. Sin embargo, se estima que utilizando estanterías de 70 m de largo y unidades de almacenaje tipo Eurobox (600x400x235mm) se podría almacenar hasta 128 cajas de ese tipo por cada nivel.

El mayor inconveniente se encuentra en la inversión a realizar, superior a la necesaria en el carrusel. Sin embargo, la fiabilidad es mayor que en el caso del carrusel horizontal. Los detalles tecnológicos y de inversión se detallan en la Tabla 14.

Tabla 14. Resumen características tecnológicas del Mini-load. Fuente: MWPVL International Inc., 2013, How to Select a Split Case Picking System.

| Sistema | Miniload |
|--|--|
| Inversión de capital necesaria | Entre 450.000 y 675.000€ por cada pasillo del Miniload + Coste del SGA + entre 90.000 y 225.000€ por los servicios |
| Capacidad de almacenaje | Estantería de 70m de largo + Eurobox permite hasta 128 cajas por nivel |
| Líneas por hora (velocidad normal) | 165 |
| Líneas por hora (velocidad alta) | 200 |
| Coste de mano de obra por pick (por operario) | 0,07-0,09€ |
| Fiabilidad | 99,98% |

5.4.2.3. A-FRAME. DISPENSADOR AUTOMÁTICO

Los dispensadores A-Frame son una solución automatizada que permiten alcanzar una de las mayores productividades, incluso en períodos de elevada demanda. Además, aportan flexibilidad puesto que se puede adaptar a los sistemas de los que dispone la empresa como por

ejemplo los *conveyors* (Figura 27). Este tipo de automatización permite realizar el *picking* de hasta 40.000 productos por hora, que tengan forma rectangular o cilíndrica.

La principal ventaja de este sistema es que la reposición y la preparación de pedidos se realizan de forma independiente, por lo que esta tarea puede ser realizada por un operario llegando hasta 2.000 piezas por hora y operario (SSI Schäfer, 2020). Son aptos para aquellos productos de elevada rotación (productos A), que justificaría la inversión necesaria (MHI, 2020).



Figura 27. A-Frame SSI Schäfer. Fuente: www.ssi-schaefer.com.

El sistema se compone de distintos módulos que consisten en hasta 64 niveles, que soportan hasta 7kg cada uno. La cantidad de módulos necesarios vendrá determinada por el volumen de pedidos diarios que reciba la empresa, aunque habitualmente un A-Frame medio suele tener entre 25 y 30 módulos. Según R. Meller y J. Pazour (2008), este sistema puede procesar hasta 750.000 unidades diarias o entre 1.200 y 2.400 órdenes por hora. Los datos técnicos se recogen en la Tabla 15.

Tabla 15. Resumen características tecnológicas del A-Frame. Fuente: R. Meller & J. Pazour (2008). *A heuristic for SKU assignment and allocation in an A-Frame system*.

| Sistema | A-Frame |
|--|---|
| Inversión de capital necesaria | A-Frame con 25 a 30 módulos de 64 canales: 1,2M € |
| Capacidad de almacenaje | 64 niveles por módulo soportando hasta 7kg cada uno |
| Órdenes por hora (velocidad normal) | 1.200 |
| Órdenes por hora (velocidad alta) | 2.400 |
| Fiabilidad | 99,95% |

5.4.2.4. CLICK&PICK – AUTOSTORE

Desarrollada por la empresa Swisslog para ofrecer una mejor solución para hacer frente a los desafíos que trae el comercio electrónico. Permite gran capacidad de almacenamiento, mayor fiabilidad en la preparación de pedidos, rapidez en entregas y gestión de devoluciones y también un tiempo de instalación y puesta en marcha bajos.

Este sistema ofrece la oportunidad de reducir hasta en un 60% el espacio ocupado por los pasillos y las áreas de trabajo tradicionales. Funciona mediante una cuadrícula modular en la que circulan los robots en cualquier dirección para acceder y servir cada estación de picking. (Revista Logística y Transporte, 2017)



Figura 28. Click&Pick AutoStore. Fuente: Revista Logística y Transporte, 2017. Click&Pick de Swisslog, una cartera de soluciones para el comercio electrónico.

Es indicado para mercancía de pequeño volumen y entornos en los que se necesite realizar el *picking* de una o varias órdenes simultáneamente. Permite la eliminación de desplazamientos de operario, desaparecen las tareas de colocación de mercancía y reposición de productos.

El principal inconveniente es la gran inversión necesaria (Tabla 16), además de la disponibilidad de los robots que funcionan mediante baterías durando hasta 22 horas al día (MWPVL International Inc., 2013).

Actualmente la distribuidora Walmart está poniendo en marcha su proyecto llevado a cabo a través de la startup Alert Innovation, que utiliza unos robots similares a los desarrollados por Swisslog, bajo el nombre de Alphabot. (TJ Stallbaumer, 2020). Esta tecnología les permite conseguir hasta una productividad de 600 líneas de pedido por hora.

Tabla 16. Resumen características tecnológicas del sistema Click&Pick. Fuente: MWPVL International Inc., 2013). How to Select a Split Case Picking System.

| Sistema | Carrusel horizontal |
|--|--|
| Inversión de capital necesaria | 1M € por 10 robots con una estación de <i>picking</i> + 1 estación de reaprovisionamiento para hasta 5.000 referencias |
| Líneas por hora (velocidad normal) | 275 |
| Líneas por hora (velocidad alta) | 450 |
| Coste de mano de obra por pick (por operario) | 0,022-0,054€ |
| Fiabilidad | 99,98% |

5.4.2.5. MULTI-SHUTTLE SYSTEM

Este sistema de almacenaje es derivado del Miniload y la diferencia entre ambos radica en que, en el segundo, se utiliza únicamente una grúa para la extracción de los bienes. Sin embargo, en el *Multi-shuttle* se pueden utilizar múltiples que hacen que el *picking* sea una tarea mucho más flexible, ergonómica y escalable.



Figura 29. Sistema Multi-shuttle de Dematic. Fuente: MWPVL, s.f. A supply chain consultant evaluation of the Dematic shuttle system.

Los encargados de preparar los pedidos pueden realizar desde 1 hasta 24 órdenes simultáneamente, por lo que será adecuada para aquellas compañías que lidien con un gran volumen diario de pedidos (entre 5.000 y 50.000).

Además, se suele utilizar para almacenar referencias de productos con rotación elevada o media (productos A o B), buscando el máximo aprovechamiento del espacio. La estructura de este sistema consiste en una estructura de raíles entre las estanterías, donde un carro motorizado coloca los ítems en su ubicación.

Se trata de una de las mejores soluciones para almacenar productos refrigerados, gracias a la elevada eficiencia y rendimiento, así como a la ausencia de espacios entre productos. Esto último permite el aprovechamiento del espacio que se comenta en el párrafo anterior. Existen dos variantes en función del tamaño de los productos: shuttles de paletas y shuttles de cajas o bandejas (Bama, s.f).



Figura 30. Sistema de shuttles. Fuente: TGW.

En cuanto a las capacidades de almacenaje, tomando el ejemplo de la empresa TGW, en un almacén de este tipo con siete pasillos y 16 niveles, se tienen más de 40.000 ubicaciones, consiguiendo así almacenar hasta 360 ubicaciones por nivel (TGW, s.f)

Bischofszell Nahrungsmittel AG (BINA) es una empresa manufacturera de alimentos en Suiza que utiliza este sistema de producto a persona en su centro de distribución principal, sirviendo a 750 detallistas entre otros, un total de 1.000 toneladas de productos diarios.

Tabla 17. Resumen características tecnológicas del sistema Multi-shuttle. Fuente: MWPVL International Inc., 2013). How to Select a Split Case Picking System.

| Sistema | Carrusel horizontal |
|--|---|
| Inversión de capital necesaria | 585.000 – 1M € por pasillo operativo dependiendo del número de robots necesitados |
| Capacidad de almacenaje | Hasta 360 ubicaciones por nivel y por pasillo |
| Líneas por hora (velocidad normal) | 450 |
| Líneas por hora (velocidad alta) | 650 |
| Coste de mano de obra por pick (por operario) | 0,017-0,045€ |
| Fiabilidad | 99,98% |

Se tendrá que escoger la mejor opción que se adapte a cada tipo de producto, en función de la adecuación a las condiciones exigidas. La inversión es uno de los factores más relevantes, puesto que se desea obtener un retorno de la inversión en un período corto de tiempo. En España las empresas del sector de la distribución alimentaria reciben unos 800 pedidos diarios

(C. Delgado, 2019), por lo que una alternativa preparada para procesar miles de productos diarios no sería apropiada. En la Tabla 18 se resumen los aspectos comentados con respecto a cada una de las opciones (inversión, tasa de productividad, coste de mano de obra, etc.).

Tabla 18. Tabla resumen de las opciones de sistemas de almacenaje. Fuente: elaboración propia

| SISTEMA | Inversión de capital | Líneas por hora (velocidad normal) | Líneas por hora (velocidad alta) | Coste de mano de obra por pick (por operario) |
|----------------------|---|------------------------------------|----------------------------------|---|
| Carrusel horizontal | 75-125k € por carrusel + 100k€ infraestructura | 250 | 475 | 0,023-0,09€ |
| Miniload | 500-750k per ASRS Miniload Aisle 100-250k services | 165 | 187 | 0,07-0,09€ |
| A-Frame | 1,2M€ sistema convencional de 25 módulos | 1.200 (órdenes/h) | 2.400 (órdenes/h) | - |
| Click&Pick AutoStore | 1M € por 10 robots con estación de picking + 1 estación de reaprovisionamiento para hasta 5.000 referencias | 275 | 450 | 0,022-0,054€ |
| Multi-Shuttle | 650k-1,2M per operating aisle depending on the number of shuttle robots needed | 400 | 650 | 0,019-0,05€ |

Por otro lado, también se busca que la fiabilidad del sistema sea la más alta posible, puesto que una de las consecuencias buscadas con la automatización es eliminar al máximo los errores humanos.

En primer lugar, se va a descartar la opción del uso del modelo Click&Pick Autostore, utilizado por Walmart. Las razones son la gran inversión en que incurriría la compañía, la necesidad de gran escala para hacer rentable el sistema y la necesidad de una estación de reaprovisionamiento para cada 5.000 referencias. Por ejemplo, Mercadona en sus colmenas tiene almacenadas 8.000 referencias y El Corte Inglés tiene 20.000.

El Miniload parece una opción retrasada a nivel tecnológico comparada con el sistema Multi-shuttle que permite alcanzar una cantidad mayor de líneas por pedido al mismo tiempo que abarata los costes de operario por línea, por lo que se va a descartar también esta posibilidad.

Las tres alternativas restantes se van a utilizar dependiendo de lo aptas que sean para cada categoría de productos. Como se ha comentado, en el almacén van a existir cinco áreas distintas: productos secos, pescadería, panadería, refrigerados y congelados. Es por esto por lo que se ha elaborado una tabla con las principales categorías de productos y se han agrupado según el sistema de almacenaje que más les acople:

Tabla 19. Agrupación de categorías por sistema de almacenaje. Fuente: elaboración propia

| Categoría | Sistema de almacenaje | Unidad de almacenaje |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Aperitivos | A-frame | Unidad |
| Arroz | A-frame | Unidad |
| Legumbres | A-frame | Unidad |
| Pasta | A-frame | Unidad |
| Especias | A-frame | Unidad |
| Azúcar | A-frame | Unidad |
| Chocolate | A-frame | Unidad |
| Cereales | A-frame | Unidad |
| Galletas | A-frame | Unidad |
| Zumos | A-frame | Unidad o pack |
| Aceite | Carrusel | Unidad |
| Agua | Carrusel | Unidad o pack |
| Bodega | Carrusel | Unidad o pack |
| Conservas | Carrusel | Unidad |
| Cosméticos | Carrusel | Unidad |
| Huevos | Carrusel | Unidad |
| Leche | Carrusel | Unidad o pack |
| Productos de limpieza | Carrusel | Unidad |
| Congelados | Multi-shuttle | Unidad |

En cuanto a aquellos tipos de productos que se incluyen en el grupo del Multi-shuttle únicamente entran los congelados puesto que se han dejado fuera del análisis de este trabajo los productos que han de mantenerse a temperatura controlada.

Las referencias que serán almacenadas en los A-Frame son aquellas que se venden individualmente o en packs que permiten un *picking* adecuado, que cumplen con las restricciones de peso y no necesitan estar almacenadas en un ambiente refrigerado.

En el apartado 5.5 se detalla las características de los sistemas a utilizar teniendo en cuenta la capacidad necesaria para hacer frente a la demanda, el número de pasillos que serán necesarios, así como la inversión total en que se incurrirá.

5.4.3. METODOLOGÍA

Este apartado consiste en la explicación del procedimiento a seguir, detallando las ecuaciones que utilizar, para poder obtener unos resultados que permitirán la comparación entre la situación actual y la alternativa propuesta.

En primer lugar, una vez elegidas las alternativas se tendrá que determinar qué características va a tener cada uno de los sistemas propuestos. Esto incluye el número de ubicaciones que tendrán, las dimensiones, y también el coste estimado que supondrían.

Comenzando por el carrusel, para poder determinar la cantidad de niveles que se podrán ajustar en cada contenedor se utilizará la siguiente ecuación:

$$\text{Niveles por contenedor} = \frac{\text{Altura Carrusel}}{\text{Altura caja almacenada}}$$

Ecuación 2. Cálculo de niveles por contenedor necesarios. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se necesita saber cuántos contenedores harán falta para almacenar el stock que cubre la demanda de varios días:

$$\text{Contenedores} \approx \frac{\text{Unidades que almacenar}}{\frac{\text{Niveles}}{\text{Contenedor}} * \frac{\text{Unidades}}{\text{Nivel}}}$$

Ecuación 3. Cálculo contenedores necesarios para cada tipo de producto. Fuente: Elaboración propia.

Estas ecuaciones se usarán para cada tipo de producto y finalmente se contabilizará la suma total de contenedores necesarios, con la cual se especificará la configuración del sistema fijándose en una disposición habitual.

Para calcular el coste variable al que se enfrentaría la compañía en cuestión se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Coste Variable} = \text{Contenedores necesarios} * \frac{\text{Coste configuración habitual } \text{€}}{\text{Contenedores}}$$

Ecuación 4. Cálculo del coste variable. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al A-Frame, únicamente se necesitará conocer cuántas referencias se desean almacenar, lo cual determinará el número de canales necesarios a colocar en el sistema. Con eso, se obtienen los módulos necesarios con un factor de conversión sabiendo la equivalencia entre módulos y canales.

$$\text{Módulos} = \text{Canales necesarios} * \frac{1 \text{ módulo}}{128 \text{ canales}}$$

Ecuación 5. Cálculo módulos necesarios en A-Frame. Fuente: Elaboración propia.

El cálculo del coste variable se realizará según la siguiente ecuación:

$$\text{Coste Variable A – Frame} = \text{Coste por módulo} * \text{Módulos necesarios}$$

Ecuación 6. Coste variable del A-Frame. Fuente: Elaboración propia.

Por último, para el Multi-shuttle, se va a tomar un ejemplo que aporte información sobre la correlación entre el largo de la estantería y el número de ubicaciones que habría disponibles. En este caso, se buscará tener estanterías que tengan las medidas adecuadas para el centro en el que se van a colocar y se utilizará la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Ubicaciones disponibles}}{\text{nivel}} = \text{Largo deseado} * \frac{179 \frac{\text{ubicaciones}}{\text{nivel}}}{89,3 \text{ metros}}$$

Ecuación 7. Cálculo de ubicaciones por nivel. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, habrá que estimar la cantidad de niveles necesarios, información con la que se calculará cuántos pasillos hacen falta. Para ello se utilizará la ecuación 8:

$$\text{Niveles} = \frac{\text{Ubicaciones necesarias}}{\frac{\text{Ubicaciones disponibles}}{\text{nivel}}}$$

Ecuación 8. Cálculo de niveles necesarios. Fuente: Elaboración propia.

El coste variable del Multi-shuttle se averigua a través de la ecuación 9:

$$C. Variable = \frac{\text{Coste}}{\text{pasillo}} * \text{Número pasillos} + \frac{\text{Coste}}{\text{elevador}} * \text{Número elevadores}$$

Ecuación 9. Coste variable Multi-shuttle. Fuente: Elaboración propia.

El último sistema que considerar es el del *pick-to-light* que también implicará un coste extra. El coste total se compone de una parte fija y otra variable. La parte variable variará según la cantidad de *displays* que se quieran comprar y se calculará con la siguiente expresión:

$$C. Variable = \text{Coste por display} * \text{Cantidad de displays}$$

Ecuación 10. Coste variable *pick-to-light*. Fuente: Elaboración propia.

Con la finalidad de determinar la inversión total que implica cada uno de los sistemas se va a recurrir a la ecuación que calcula los costes totales, tal y como se muestra:

$$\text{Coste total (€)} = \text{Coste Fijo} + \text{Coste Variable}$$

Ecuación 11. Cálculo del coste total. Fuente: Elaboración propia.

En segundo lugar, una vez determinadas las especificaciones de cada sistema de almacenaje, se tendrá que comprobar si la productividad que aportan es suficiente para hacer frente a la demanda diaria de pedidos y si cumple con el tiempo máximo de *picking* fijado para completar todas las órdenes recibidas. Además, estos cálculos permitirán determinar a su vez las

necesidades de mano de obra que se tendrán, así como la cantidad de estaciones de *picking* a colocar.

Comenzando por el A-Frame, teniendo el dato de la cantidad de unidades que se pueden procesar diariamente, junto con el valor medio de unidades por pedido se puede conocer cuántos pedidos se podrían procesar en un día y, sabiendo también la cantidad de horas durante las que podría estar funcionando el A-Frame, se averiguaría la productividad en pedidos por hora que se pueden procesar:

$$\text{Pedidos por hora} = \frac{\text{productividad unidades al día}}{\text{unidades por pedido}} * \frac{1 \text{ día}}{\text{horas diarias}}$$

Ecuación 12. Cálculo pedidos por hora A-Frame. Fuente: Elaboración propia.

Ahora, con este dato, se toma la cantidad de pedidos que se tendrán que procesar al día y se calcula en cuánto tiempo se podrán procesar todas las órdenes que llegan diariamente:

$$\text{Coste preparación pedidos (h)} = \frac{\text{pedidos recibidos}}{\text{pedidos por hora}}$$

Ecuación 13. Cálculo tiempo necesario de preparación de pedidos en A-Frame. Fuente: elaboración propia

En este punto, si se ha conseguido preparar todos los pedidos en menos del tiempo fijado, que se definirá más adelante, significará que la cantidad de módulos y la productividad han sido correctamente definidos.

Continuando con el carrusel horizontal se calcula la cantidad de horas que se necesitarán para preparar todos los pedidos recibidos en un día, tomando como referencia la productividad en líneas por hora y por operario, y las líneas a completar en un día.

$$\text{Coste preparación pedidos (op · hora por día)} = \frac{\frac{\text{líneas}}{\text{día}}}{\text{líneas por hora y operario}}$$

Ecuación 14. Cálculo tiempo necesario de preparación de pedidos en carrusel. Fuente: elaboración propia

Para determinar la cantidad de operarios necesarios se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Operarios} = \frac{\text{coste preparación pedidos}}{\text{tiempo fijado picking}}$$

Ecuación 15. Cálculo necesidades mano de obra en carrusel. Fuente: elaboración propia

Por último el Multi-shuttle, que tendrá una productividad marcada por el sistema de almacenaje y por el puesto de *picking*. Se tomará la más restrictiva y se calculará de nuevo el

coste de preparación de pedidos utilizando la ecuación 14. Excepto en el A-Frame, el resto de los operarios que sean necesarios en cada sistema, corresponderán a una estación de preparación de pedidos.

Seguidamente, se va a estimar el coste por operario por hora para la empresa, considerando las cargas sociales, dietas, formación y otros posibles costes que asuma la compañía. Esto permite ver los ahorros en mano de obra que se consiguen con la automatización del centro de distribución.

Se van a aplicar las cargas sociales al salario bruto como son: contingencias comunes, desempleo tipo general, fondo de garantía salarial (FOGASA), formación profesional y accidentes laborales. Esto servirá para calcular el coste anual que tiene el trabajador para la empresa. A eso, se le sumará además los costes en formación y dietas que asume la compañía, lo que llevará a obtener el coste anual.

Teniendo en cuenta las horas productivas que realiza el operario anualmente se calculará el coste por hora que supone un empleado medio para una empresa del sector:

$$\text{Coste por hora por operario} = \frac{\text{Coste anual por operario}}{\text{Horas productivas anuales}}$$

Ecuación 16. Coste por hora por operario. Fuente: elaboración propia

El resultado que se obtenga de la ecuación anterior se utilizará para poder calcular la inversión por línea que sería recomendable realizar, siguiendo lo propuesto por V. Kämäräinen et al. (2001) en su artículo. La ecuación que se usará para calcular el resultado será la siguiente:

$$\frac{\text{Inversión total}}{\text{Línea}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+r)^i} \cdot \frac{p}{U1 \cdot U2} \cdot \left(\frac{U2X2 - U1X1}{X1X2} \right)$$

Ecuación 17. Inversión por línea de pedido Fuente: V. Kämäräinen et al. (2001)

El significado de las variables se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 20. Significado variables utilizadas en ecuación 17. Fuente: elaboración propia

| Variable | Descripción | Valor |
|----------------|---|--------|
| p (€/h) | coste por hora por operario | 15,55€ |
| r | tasa de descuento | 15% |
| n | Años esperados para amortizar el sistema | 5 |
| U1 | Utilización sistema tradicional | 100% |
| U2 | Utilización sistema automatizado | 50% |
| X1 | Productividad tradicional líneas por hora y por op | 66,29 |
| X2 | Productividad en automatización líneas por hora y por op. | 500 |

Además de esta ecuación se va a utilizar otra propuesta por los mismos autores que permite conocer de forma aproximada los ahorros totales que se podrían conseguir a lo largo de la vida útil del sistema, es decir, la inversión máxima que sería recomendable realizar.

La ecuación en cuestión es la siguiente:

$$\text{Inversión total} = \text{Ahorros totales} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Ahorro anual}}{(1+r)^i}$$

Ecuación 18. Cálculo inversión total máxima recomendable. Fuente: V. Kämäräinen et al. (2001)

$$\text{Ahorro anual} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{año}} * \frac{\text{Coste}}{\text{operario} * \text{hora}} * (T1 - T2)$$

Ecuación 19. Cálculo ahorros anuales. Fuente: V. Kämäräinen et al. (2001)

Las variables se corresponden con las de la ecuación 17, que han sido explicadas en la tabla 20. T1 y T2 se corresponden con los trabajadores antes de la inversión y los trabajadores con el sistema automatizado, respectivamente.

Teniendo esto, y sabiendo la inversión que se había estimado se podrá analizar si es un resultado viable o si, por el contrario, las características del sistema planteado no son adecuadas para la propuesta realizada.

5.5. PROPUESTA CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

En este apartado se va a detallar la propuesta del centro de distribución, incluyendo los medios de almacenamiento y manutención, así como la inversión que sería necesaria realizar. Para determinar la inversión en que se incurrirá, se han de conocer la cantidad de operarios necesarios y las dimensiones del almacén teniendo en consideración el número de referencias con que se trata y las unidades de almacenaje para cada tipo de producto.

El primer aspecto que calcular son las dimensiones que deberá tener el almacén automático para poder abarcar los pedidos diarios, así como las referencias necesarias. Para llegar al resultado se va a suponer que la infraestructura en la que se colocará el almacén ya existe y actuará como restricción del resultado.

Los datos se van a tomar de una empresa española del sector de la distribución alimentaria para poder acercarnos a una solución aproximada a lo que ocurriría en realidad.

Se dispone de un almacén de 13.000 m² distribuido por áreas según el tipo de alimento del que se trate. Además, se sabe que se almacenan alrededor de 8.000 referencias de las cuales aproximadamente el 75% corresponden a productos A y a productos genéricos o secos (M.A. Urolondo, 2019).

| DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE | |
|---|--|
| Referencia catastral | 3012605YJ2731A0001HA   |
| Localización | CL GREMIS DELS 11 46014 VALENCIA (VALENCIA) |
| Clase | Urbano |
| Uso principal | Industrial |
| Superficie construida  | 13.753 m ² |
| Año construcción | 2018 |

| PARCELA CATASTRAL | |
|---|--|
|  | Parcela construida sin división horizontal |
| Localización | CL GREMIS DELS 11 VALENCIA (VALENCIA) |
| Superficie gráfica | 13.313 m ² |

Figura. Referencia catastral ubicación del almacén. Fuente: Sede Electrónica del Catastro.

Tomando datos de la página web de la distribuidora de alimentación más importante en España, se han calculado los datos para 800 pedidos que se muestran en la Tabla 22. Se han cogido las categorías de productos más relevantes y se ha calculado el porcentaje de referencias que representan cada una, así como las líneas de pedido y las unidades por día que se demandan.

Por otro lado, la rotación se ha determinado siguiendo los datos de consumo y viendo cuáles son los tipos de productos más demandados, es decir, aquellos que tendrán mayor rotación. Para los productos determinar la cantidad de unidades por cada línea de pedido se ha tomado como referencia las suposiciones del estudio de R.D. Meller y J.A. Pazour (2008). Se asume que los productos B y C solo incluyen una unidad por cada línea de pedido, mientras que los productos tipo A, se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 21. Distribución de probabilidades productos tipo A. Fuente: Meller & Pazour (2008).

| | | |
|------|-------|------------------|
| | 0,500 | X = 1 ítem/línea |
| | 0,250 | X = 2 ítem/línea |
| P(X) | 0,130 | X = 3 ítem/línea |
| | 0,070 | X = 4 ítem/línea |
| | 0,035 | X = 5 ítem/línea |
| | 0,015 | X = 6 ítem/línea |

Tabla 22. Datos para cada tipo de producto. Fuente: elaboración propia

| Categoría | Sistema de almacenaje | % referencias | Num. ref | Rotación | Líneas de pedido | Unidades/día | Capacidad almacen. |
|----------------------|-----------------------|---------------|--------------|----------|------------------|--------------|--------------------|
| Panadería | - | 1,39% | 111 | C | 229 | 229 | 1.145 |
| Aperitivos | A-frame | 2,78% | 222 | B | 458 | 458 | 2.290 |
| Arroz | A-frame | 0,46% | 37 | B | 77 | 77 | 385 |
| Legumbres | A-frame | 0,56% | 45 | B | 93 | 93 | 465 |
| Pasta | A-frame | 1,68% | 134 | B | 277 | 277 | 1.385 |
| Espicias | A-frame | 1,13% | 90 | C | 186 | 186 | 930 |
| Azucar | A-frame | 0,38% | 30 | B | 62 | 62 | 310 |
| Chocolate | A-frame | 2,24% | 179 | B | 369 | 369 | 1.845 |
| Cereales | A-frame | 1,30% | 104 | B | 215 | 215 | 1.075 |
| Galletas | A-frame | 1,68% | 134 | B | 277 | 277 | 1.385 |
| Zumos | A-frame | 1,30% | 104 | B | 215 | 215 | 1.075 |
| Total A-Frame | | 13,49% | 1.079 | | 2.229 | 2.229 | 11.145 |
| Aceite | Carrusel | 0,84% | 67 | B | 139 | 139 | 695 |
| Agua y refrescos | Carrusel | 4,65% | 372 | A | 533 | 767 | 3.835 |
| Bodega | Carrusel | 10,21% | 817 | A | 1.171 | 1.684 | 8.420 |
| Conservas | Carrusel | 8,36% | 669 | B | 1.379 | 1.379 | 6.895 |
| Cosméticos | Carrusel | 13,00% | 1.040 | B | 2.143 | 2.143 | 10.715 |
| Huevos | Carrusel | 0,38% | 30 | B | 62 | 62 | 310 |
| Leche | Carrusel | 3,71% | 297 | A | 426 | 612 | 3.060 |

| Categoría | Sistema de almacenaje | % referencias | Num. ref | Rotación | Líneas de pedido | Unidades/día | Capacidad almacen. |
|----------------------------|-----------------------|---------------|--------------|----------|------------------|---------------|--------------------|
| Productos de limpieza | Carrusel | 13,88% | 1.110 | A | 1.590 | 2.287 | 11.435 |
| Total Carrusel | | 55,03% | 4.402 | | 7.443 | 9.073 | 45.365 |
| Zona 1 | | | | | | | |
| Congelados | Multi-shuttle | 4,63% | 370 | B | 763 | 763 | 3815 |
| Zona 2 | | | | | | | |
| Carne | Multi-shuttle | 6,50% | 520 | B | 1.072 | 1.072 | 5.360 |
| Postres | Multi-shuttle | 4,69% | 375 | B | 773 | 773 | 3.865 |
| Quesos | Multi-shuttle | 2,24% | 179 | B | 369 | 369 | 1.845 |
| Pescado | Multi-shuttle | 2,79% | 223 | C | 460 | 460 | 2.300 |
| Zona 3 | | | | | | | |
| Fruta | Multi-shuttle | 0,94% | 75 | C | 155 | 155 | 775 |
| Verdura | Multi-shuttle | 2,78% | 222 | C | 458 | 458 | 2.290 |
| Charcutería | Multi-shuttle | 5,55% | 444 | B | 915 | 915 | 4.575 |
| Total Multi-Shuttle | | 30,10% | 2.408 | - | 4.965 | 4.965 | 24.825 |
| TOTAL | | 100% | 8.000 | - | 14.866 | 16.496 | 82.480 |

Como se ve, la tabla se distribuye según el tipo de almacenaje que se va a utilizar. Los sistemas se han elegido teniendo en cuenta la adecuación de los productos a estos sistemas. Sin embargo, en el caso del Multi-shuttle y el carrusel horizontal, no todos los productos pueden ser almacenados en las mismas condiciones, debido a las características de volumen y/o necesidades del entorno.

A pesar de que en la tabla anterior aparecen las zonas 2 y 3, en realidad los productos de estas áreas presentan una demanda demasiado baja para la inversión a realizar y, por limitaciones del presente análisis, no se van a considerar en los próximos cálculos.

5.5.1. CARRUSEL HORIZONTAL

Para el caso del Carrusel horizontal, se tienen productos con diversos tamaños y pesos. Por eso, se ha dividido en dos grandes grupos con el fin de calcular adecuadamente las necesidades de almacenamiento y la capacidad necesaria, así como el coste de la infraestructura. Se han formado dos grandes grupos, el de los productos más pesados lo forman las siguientes categorías: agua y refrescos, aceite, bodega, leche y productos de limpieza. Por otro lado, otros productos más ligeros están englobados en los siguientes grupos: conservas, cosméticos y huevos.

El carrusel cuenta habitualmente con 4 *Pods* o unidades como las que se muestran en la Ilustración 3. Se tiene que calcular la cantidad de contenedores que se necesitan y con eso, se podrá obtener el número de unidades del carrusel.

Se ha calculado individualmente, teniendo en cuenta las medidas aproximadas de los productos que se incluyen en cada grupo. Comenzando por el grupo de los ítems más voluminosos y pesados se tiene que se van a utilizar unidades de almacenaje de distintas dimensiones, como las mostradas en la Tabla 10. Comenzando por el agua y refrescos se ha estimado que las dimensiones son de aproximadamente 130x150x300 mm (ancho, largo y alto), por eso, se van a utilizar cajas tipo BCCC-42001. Dentro de estas, caben 12 botellas, y como se va a utilizar contenedores de 90 cm de largo, se estima que caben dos cajas de este tipo por cada nivel.

Para conocer cuántos niveles se van a utilizar se toma la altura estimada del carrusel (2m) y se divide por la altura de las cajas de almacenaje a utilizar, añadiendo un pequeño exceso para dejar espacio entre cargas mediante la Ecuación 2.

Sabiendo que caben 24 botellas por cada nivel (dos cajas por nivel y 12 unidades por caja), se estima que en cada contenedor habrá espacio para hasta 144 unidades. Con la cantidad de stock a almacenar que son un total de 3.835, se obtiene que se necesitan aproximadamente 27 contenedores.

Seguidamente, se han realizado los mismos cálculos para la bodega, dividiendo en este caso entre cervezas y botellas de vino, puesto que las dimensiones son distintas entre ambos tipos de producto. Se considera que el 25% de las referencias son cervezas y el 75% botellas de vino.

Para las cervezas se tiene que las dimensiones aproximadas de un pack de latas de cervezas son de 250x200x120 mm. Sabiendo esto, se utilizarán las cajas tipo BCCC-41995 de manera que cabrán 4 packs por caja, y 4 cajas por nivel, resultando en un total de 16 unidades de producto en cada nivel del contenedor.

Se utiliza de nuevo la Ecuación 2 para determinar el número de niveles por contenedor y se obtiene un total de 5 niveles. A continuación, se determinan el número de contenedores necesarios para almacenar este tipo de producto y se obtiene un resultado de 27 contenedores. Utilizando la misma lógica para el resto de los productos se han extraído los resultados que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 23. Resultados de unidades de almacenaje para carrusel horizontal. Fuente: elaboración propia.

| Categoría | Unidades/día | Capacidad almacenada | Contenedores | Unidades x contenedor | Cajas por contenedor | Cajas totales |
|-----------------------|--------------|----------------------|--------------|-----------------------|----------------------|---------------|
| Aceite | 139 | 695 | 5 | 144 | 10 | 50 |
| Agua y refrescos | 767 | 3.835 | 27 | 144 | 12 | 324 |
| Bodega | 1.684 | 8.420 | 46 | 430 | | |
| Cervezas | 421 | 2.105 | 27 | 80 | 20 | 540 |
| Vino | 1.263 | 6.315 | 19 | 350 | 10 | 190 |
| Conservas | 1.379 | 6.895 | 7 | 1050 | 14 | 98 |
| Cosméticos | 2.143 | 10.715 | 19 | 1140 | | |
| Geles | 536 | 2.679 | 7 | 420 | 12 | 84 |
| Perfume | 1.607 | 8.036 | 12 | 720 | 18 | 216 |
| Huevos | 62 | 310 | 1 | 336 | 14 | 14 |
| Leche | 612 | 3.060 | 37 | 84 | 12 | 444 |
| Productos de limpieza | 2.287 | 11.435 | 137 | 84 | 14 | 1.918 |
| Total Carrusel | 9.073 | 45.365 | 279 | | | 6.048 |

En total se necesitan 279 contenedores, por lo que ahora se debe determinar en cuántas unidades se van a repartir. Se sabe que una configuración habitual es utilizar desde 11 hasta 90 contenedores por unidad (Modula, s.f). Con esto, se estima que se utilizarán hasta 56 contenedores por cada unidad, teniendo un total de 5 unidades.

5.5.2. A-FRAME

Existen dos posibles configuraciones para esta tecnología, de manera que se puede escoger entre utilizar una estructura de canales con doble nivel. Según Meller y Pazour (2008), un módulo de A-Frame se compone de 64 canales de un nivel o de 128 canales de doble nivel.

Debido a que la restricción de peso por canal es de unos 15 kg se ha decidido utilizar al menos dos canales para cada referencia, con el fin de evitar tener que reponer con demasiada frecuencia. Se tienen 1.190 referencias de productos secos a almacenar por lo que se necesitarán 2.380 canales.

Para calcular el número de módulos se utiliza la Ecuación 5 y se determina por tanto que se necesitarán 19 módulos para las referencias de estas categorías. Además del dispensador se necesitará un sistema de estanterías FIFO, posiblemente estanterías dinámicas, que faciliten la reposición manual del producto a modo de stock principal, donde varios operarios serán los encargados de realizar esta tarea.

5.5.3. MULTI-SHUTTLE SYSTEM

Este sistema incluye una complicación adicional, puesto que los productos a ubicar necesitan condiciones de temperatura y humedad específicas. Sin embargo, no se van a considerar los productos refrigerados, sino únicamente los congelados. Esto es porque la demanda de estos ítems no es relevante (en un primer análisis dentro de este TFG) y no justificaría la inversión necesaria.

Siguiendo el ejemplo de TGW (s.f) y utilizando la Ecuación 7 se determina que, para unas estanterías de 70 metros de largo, se podrán almacenar hasta 140 ubicaciones por nivel. Posteriormente, para el cálculo de los niveles por estantería necesarios se utilizará la Ecuación 8.

De los productos congelados se almacenan 3.840 unidades para cubrir la demanda de varios días. Por tanto, sustituyendo en la expresión mencionada, se obtiene que se necesitarían unos 28 niveles. Sin embargo, se van a repartir en dos estanterías que medirán casi 10 m de alto, con 14 niveles cada una. Esto permite obtener un total de 3.920 ubicaciones disponibles.

El *layout* de esta zona quedaría de la siguiente forma:

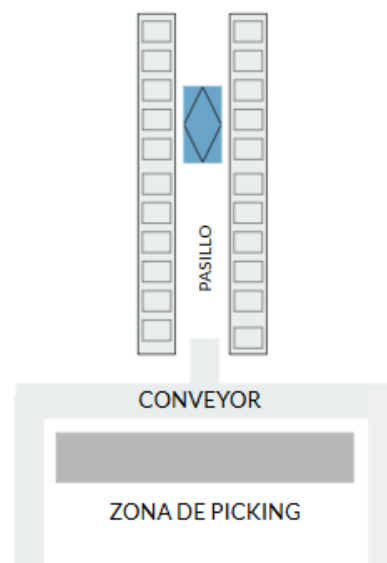


Figura 31. Disposición de la zona de productos refrigerados y congelados. Fuente: Elaboración propia.

Como se ve, los productos que sean extraídos por el elevador son depositados en una cinta transportadora o *conveyor* hasta llegar al puesto de *picking* en el cual los operarios se encargarán de realizar la preparación de los pedidos.

En cuanto al transporte de mercancías, se sabe que los productos se separan en función de la temperatura de conservación adecuada. Los productos extraídos del A-Frame y del carrusel deberán prepararse de forma conjunta haciendo que ambas infraestructuras lleven a una única

estación de preparación de pedidos, puesto que son productos secos y se almacenan a temperatura ambiente.

Todos estos sistemas que se proponen se rigen a través de un Sistema de Gestión de Almacenes que optimiza la extracción de las unidades de almacenaje para que la preparación de pedidos sea lo más eficiente posible.

En el caso del carrusel, lo habitual es integrarlo con la estación de trabajo para realizar lo que se conoce como *batch picking*, de manera que se prepara más de un pedido simultáneamente con la ayuda de un sistema *pick-to-light*. El operario cuenta con ayudas visuales lanzadas por el software para garantizar su seguridad y para guiarlo en la preparación de los pedidos, lo cual permite además aumentar hasta en un 65% la productividad (Modula, s.f). También, se puede configurar conjuntamente un sistema basado en el peso esperado de la cesta que permite corregir errores en caso de detectar anomalías en el resultado que alertarían al operario de la posibilidad de que no se haya preparado correctamente el pedido. (Dematic, s.f).



Figura 32. Batch picking en el carrusel horizontal. Fuente: Modula, s.f.

Para el sistema Multi-shuttle se utilizará una disposición como la mostrada en la Figura 31 de manera que las cajas que salen se dejan sobre la cinta transportadora. Una vez ahí se transportan hasta la estación de *picking* donde se utiliza de nuevo el sistema *pick-to-light* que le indica al trabajador a qué pedido le tiene que añadir el producto. Además, mediante una pantalla electrónica se muestra la cantidad de ítems que se han de colocar (Figura 32).

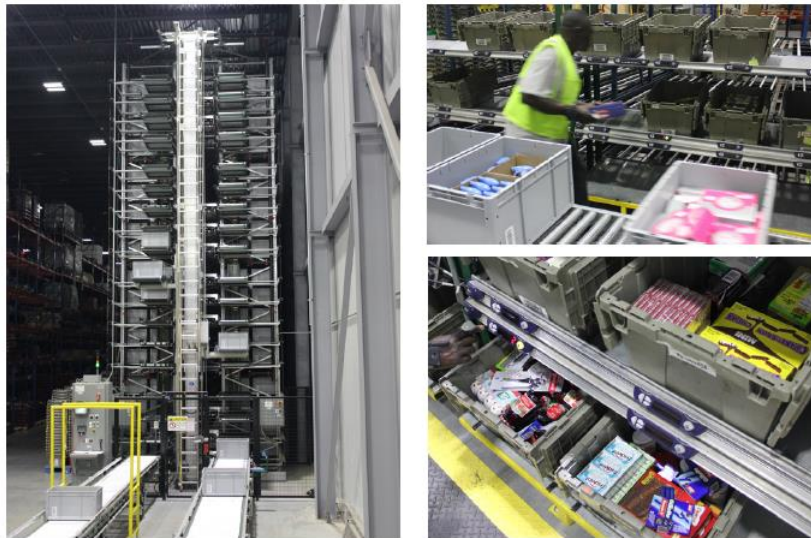


Figura 33. Funcionamiento preparación de pedidos en Multi-Shuttle. Fuente: Dematic, s.f.

Una vez se ha preparado el pedido, el trabajador empuja de nuevo la cubeta en el *conveyor* que alimenta de nuevo el Multi-shuttle y el elevador la coloca en la ubicación de destino.

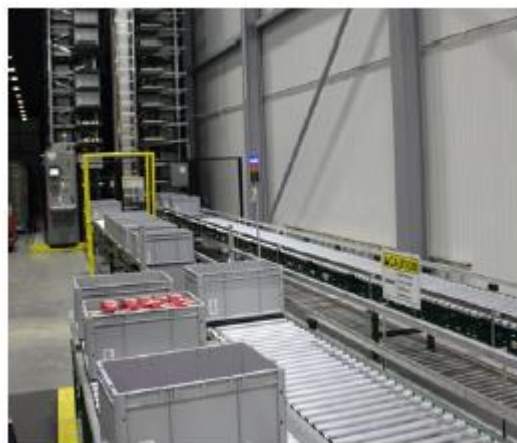


Figura 34. Conveyor de salida hacia el Multi-shuttle. Fuente: Dematic, s.f.

En el caso del A-Frame según la propuesta de SSI Schäfer, los productos que caen en la cinta transportadora, posteriormente caen de forma automática en la bandeja del pedido al que corresponden. De esta forma, no se necesita realizar en esta área una preparación de pedidos manual, pero sí habrá necesidades de mano de obra que repongan el dispensador cada cierto tiempo.

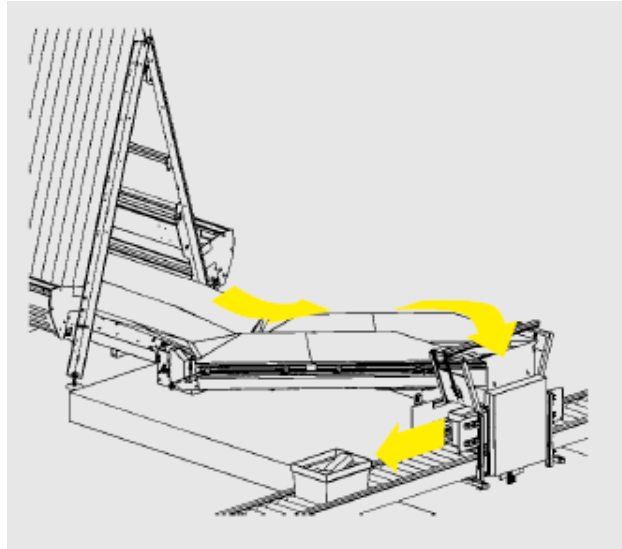


Figura 35. Caída de los productos en la bandeja de su pedido. Fuente: SSI Schäfer, s.f.

Por último, se quiere definir a grandes rasgos la preparación de los puestos de *picking*. Se sabe que los empleados tendrán que manejar productos pesados como packs de leche o garrafas de agua. Es por esto por lo que, además del software y los *displays* se tendrá que adquirir elementos tecnológicos que hagan la zona de preparación de pedidos lo más ergonómica posible.

La principal herramienta que colocar en el puesto serán mesas elevadoras hidráulicas, cuya función es permitir la elevación de las bandejas o cajas a la altura que resulte más cómoda a cada trabajador. Este sistema se integra con la cinta transportadora, así como con otros sistemas que controlan el peso y volumen de las mercancías.



Figura 36. Mesa elevadora hidráulica Ayerbe. Fuente: Suministros Urquiza, s.f.

La distribución del almacén sería según la propuesta por los autores V. Kämäräinen et al. (2001) en la cual se diferencian las zonas en función de la temperatura de almacenaje:

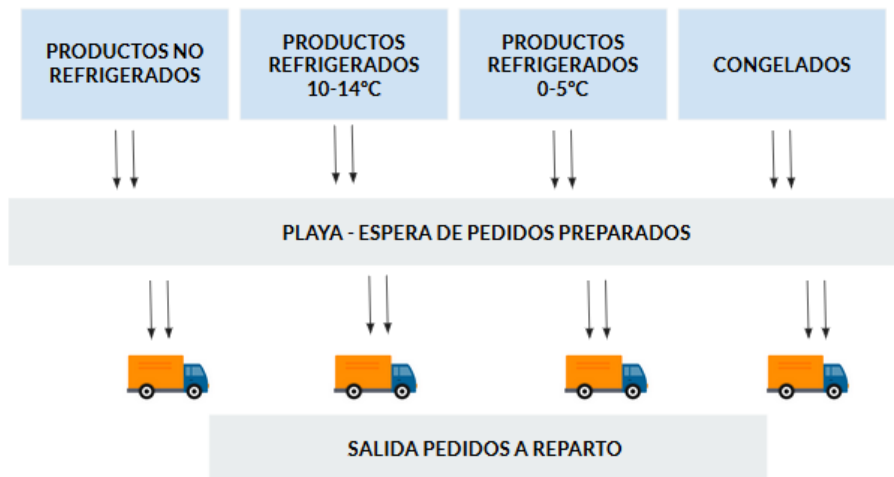


Figura 37. Layout del almacén. Fuente: V. Kämäräinen et al. (2001).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado busca mostrar los cálculos en cuanto a la inversión utilizados para estudiar la viabilidad de la propuesta de automatización, así como otros realizados para mostrar los beneficios de la mecanización del proceso. Además de esto se trata también de ver si sería posible admitir entregas de pedidos en el mismo día (*same-day delivery*) gracias a la potencial disminución en el tiempo de preparación de pedidos.

6.1. ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN

En este apartado se va a hacer una primera estimación de la inversión teniendo en cuenta únicamente las infraestructuras que se habrán de construir, y posteriormente se realizará un presupuesto más elaborado del proyecto, teniendo en cuenta mantenimiento, mano de obra y otros costes adicionales.

En cuanto a la estimación de la inversión, se van a tener en cuenta los datos expuestos en el apartado de valoración de alternativas junto con los resultados obtenidos de los cálculos realizados en el apartado 5.5. Sin embargo, aunque se ha calculado la cantidad de cajas que se necesitan en el carrusel horizontal y el número de ubicaciones del Multi-shuttle, se va a considerar que no supone un coste adicional, sino que estará incluido en el coste total de la infraestructura.

El A-Frame se compone de 19 módulos, cuyo coste se descompone en una parte fija y otra variable. La parte fija es de un total de 500.000€ mientras que la parte variable es de aproximadamente 55.000€ por cada módulo colocado (Meller y Pazour, 2008). Aplicando la ecuación del coste total se obtiene un total de 1.545.000€ de inversión en este sistema.

En cuanto al carrusel horizontal, se necesitaban 279 contenedores que se ajustarán a 280, dato obtenido en el apartado 5.5.1, lo que se traduce en 5 unidades giratorias. Tal y como se

definió en el apartado 5.5 el coste estimado es de 65.000€ para un sistema con 40 contenedores, por lo que se calcula que el coste variable es de 455.000€ (ecuación 4) y, sumado al coste fijo del sistema, que son 90.000€ resulta en un total de 545.000€.

Para el Multi-shuttle, se tiene que cada pasillo funcionando implica un coste de 600.000€, por lo que como se va a tener 1, se tendrá un coste variable de 600.000€. Sin embargo, a esto habrá que añadirle el coste de los elevadores que no van incluidos en ese importe. Se estima que un elevador puede tener un coste de aproximadamente 30.000€, al utilizarse 1 unidad se tendrá un coste de 30.000€ adicionales. Por tanto, el coste del Multi-shuttle será de 630.000€.

Finalmente, el sistema *pick-to-light* de nuevo cuenta con un componente de coste fijo y otra parte de coste variable. El coste fijo lo representa el software con un valor de 100.000€ incluyendo mantenimiento anual. Por otro lado, el coste variable depende de la cantidad de *displays* o pantallas que se quieran adquirir. Se estima que el precio oscila entre los 100 y los 140€ (VoodooRobotics, s.f.), por tanto, asumiendo que se adquieren unos 100 *displays*, el coste total ascendería hasta los 110.000€ (ecuación 10). Además, habrá que añadir el coste de las mesas hidráulicas, cuyo coste es de aproximadamente 1.000€ por unidad. En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados comentados en este apartado.

Tabla 24. Resumen de la inversión a realizar. Fuente: elaboración propia

| | Coste fijo | Coste total |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| A-Frame | 500.000 + 55.000 € | 1.545.000 € |
| Multi-Shuttle | 630.000 € | 630.000 € |
| Elevador | 30.000,00 € | 30.000 € |
| Pasillo | 600.000,00 € | 600.000 € |
| Carrusel Horizontal | 90.000,00+ 1.625*contenedor | 545.000 € |
| Pick-to-light | 100.000,00 + 100*display | 110.000€ |
| Puestos de picking | 1.000 € | 15.000 € |
| TOTAL | 690.000 € | 2.845.000 € |

6.2. OTROS CÁLCULOS

En primer lugar, se va a tratar de determinar la cantidad de operarios necesarios en cada una de las áreas en las que se va a dividir el centro. Con la nueva propuesta se tiene la siguiente distribución: Multi-shuttle, A-Frame, carrusel horizontal, panadería, playa de preparación de pedidos y las 3 áreas de *picking* necesarias. Para poder determinar las necesidades de mano de obra se va a tomar como referencia la cantidad de pedidos que se procesan actualmente multiplicados por dos suponiendo que se recibiesen dos oleadas diarias, así como las productividades que se pueden conseguir con cada uno de los sistemas de almacenaje automatizados que se han seleccionado.

En primer lugar, el A-Frame no necesita de un puesto de preparación de pedidos, debido a que el sistema es capaz de integrarse con una cinta transportadora y depositar los productos en

la bandeja del pedido al cual corresponden. Sin embargo, sí se necesitará contar con una persona al menos que realice la tarea de reposición.

Tomando como referencia el dato de una productividad de 750.000 unidades al día (Meller y Pazour, 2008), el volumen que tiene de media una orden (20,6 unidades por pedido) y la cantidad de horas máximas que puede estar funcionando el sistema (16 horas) se calcula la cantidad de pedidos que se pueden procesar diariamente mediante la Ecuación 12. Con esto, se obtiene que se pueden procesar 2.275 pedidos a la hora.

Ahora, mediante la Ecuación 13 se calculan las horas necesarias para procesar todos los pedidos sabiendo que al día se procesan 4.458 unidades (Tabla 20) lo que equivale a 216 pedidos diarios del tamaño mencionado. En total se tardaría 5,7 minutos en preparar todos los pedidos.

Tabla 25. Resumen cálculos A-Frame. Fuente: elaboración propia.

| A-Frame | |
|-------------------------------------|---------|
| Productividad (unidades/día) | 750.000 |
| Horas diarias | 16 |
| Volumen medio orden | 20,6 |
| Productividad (pedidos/día) | 2.275 |
| Pedidos diarios recibidos | 216 |
| Tiempo de preparación (min) | 5,7 |

Por otro lado, en el caso del carrusel horizontal permite alcanzar una productividad de hasta 500 líneas por operario y por hora (Outsource Equipment, s.f.), mientras que otros autores comentan que mediante un sistema *pick-to-light* se pueden conseguir hasta 650 líneas de pedido por operario y por hombre (Dematic, s.f.). En este caso se va a considerar la productividad del carrusel que sería la más restrictiva.

Se recibirán un total de 14.866 líneas de pedido diariamente por lo que utilizando de nuevo la Ecuación 9 nos quedaría que se necesitaría un total de 29,73 horas por operario al día para poder procesar toda la demanda. Debido a que el objetivo es tratar de obtener el menor tiempo de procesado de pedidos se van a colocar varios operarios en el área de *picking*. El objetivo fijado es de 2,5 horas en total para completar todos los pedidos, de manera que cada área que opera independientemente consiga cumplimentar su parte en como máximo ese tiempo.

Se utiliza la Ecuación 15 y se obtiene que tendrían que operar un total de 12 trabajadores simultáneamente en 12 puestos de preparación de pedidos diferenciados que conseguirán terminar la tarea en 2,48 horas.

Tabla 26. Resumen cálculos carrusel horizontal. Fuente: elaboración propia.

| Carrusel horizontal | |
|---|--------|
| Líneas de pedido | 14.866 |
| Productividad carrusel | 500 |
| Productividad <i>pick-to-light</i> | 650 |
| Horas totales por operario | 29,732 |
| Tiempo fijado | 2,5 |
| Operarios necesarios | 12 |
| Tiempo final preparación (h) | 2,48 |

Por último, el Multi-shuttle se conecta con un *conveyor* que alimenta los puestos de preparación de pedidos. Existirán, como se ha comentado antes, dos zonas diferenciadas puesto que los productos se transportan de forma separada hasta la llegada al cliente, aunque solo se analiza la parte a la que van los congelados.

Esta área procesa diariamente 1.526 líneas de pedido. Como la productividad del sistema de almacenaje y del puesto de *picking* es la misma (650 líneas de pedido por operario y hora) no existe ningún dato que sea más restrictivo que el otro. Tomando esto, se tiene que se necesitará 2,35 horas diarias por operario. Debido a que el resultado es menor que el objetivo marcado no se necesitará más de un operario en este puesto.

Tabla 27. Resumen cálculos Multi-shuttle. Fuente: elaboración propia.

| Multi-shuttle | |
|---------------------------------------|-------|
| Productividad (líneas/op*hora) | 650 |
| Líneas de pedido diarias | 1.526 |
| Operarios | 1 |
| Tiempo de preparación (h) | 2,35 |

A continuación, se va a mostrar las diferencias en cuanto a coste y tiempo entre los modelos existentes actualmente (preparación en tienda y preparación en centro sin automatización) y la propuesta realizada. En primer lugar, se ha visto mediante la toma de tiempos que la duración media de preparación de un pedido en tienda con las características habituales ronda los 51 minutos, visto en el apartado 5.1.1. Este tipo de pedidos lo forman en torno a 20,6 unidades que tienen un coste aproximado de 100€, tal y como se justificó en el apartado 4.5.1.

Sabiendo que se preparan al menos 3 pedidos en tienda en el mismo tiempo, esto implicaría que la productividad es de 61,8 unidades por cada 51 minutos. En una hora se podría conseguir preparar hasta 73 unidades por operario, que podría aproximarse a unas 65 líneas de pedido por hora. Este resultado es muy bajo comparado con la rapidez que se puede conseguir automatizando esta tarea en un centro de distribución, que alcanza un valor de 2,5 horas para preparar un total de 1.600 pedidos. Es decir, se preparan 13.184 unidades en una hora, sabiendo que se producen 3 procesos en paralelo que facilitan la tarea.

Para analizar en mayor profundidad las diferencias entre ambos modelos, se van a realizar los cálculos tomando en consideración el doble del volumen aproximado de la demanda diaria de pedidos en línea, es decir, un total de 1.600 (C. Delgado, 2019).

Se ha visto que en el centro de distribución se podría completar los pedidos en aproximadamente 2,5 horas. Sin embargo, en tienda, si se quisiese preparar los pedidos según la metodología actual se tardaría 451,5 horas diarias por operario. El resultado se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad preparación de pedidos } \left(\frac{h * op}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Pedidos}}{\text{día}} * \frac{\text{Unidades}}{\text{pedido}} * \text{Productividad tienda } \left(\frac{h}{\text{unidades}} \right)$$

Ecuación 20. cálculo horas diarias preparación de pedidos en tienda. Fuente: Elaboración propia.

Para poder igualar la productividad de 2,5 horas se necesitarían alrededor de 181 operarios en total trabajando simultáneamente. En este caso se han estimado las necesidades de mano de obra obteniendo un resultado de 15 trabajadores dedicados al *picking* de los productos.

Tabla 28. Resumen comparación sistema tradicional con automatizado. Fuente: Elaboración propia.

| | Sistema tradicional | Sistema automatizado |
|---|---------------------|----------------------|
| Pedidos diarios | 1.600 | 1.600 |
| Tiempo de preparación de pedidos (h) | 451,5 | 2,5 |
| Operarios necesarios | 181 | 15 |

A modo de ejemplo, se conoce que la empresa DHL México, en su proceso de expansión y automatización de su *hub* estimaban que para conseguir la productividad que tienen por noche (6.000 pedidos por hora) necesitarían tener trabajando a 2.000 personas y aun así, probablemente no conseguirían llegar al mismo nivel de rapidez que con el sistema automatizado (Forbes México, 2018).

Con la finalidad de estimar los ahorros en coste de operario se han realizado algunos cálculos para llegar hasta el coste de operario para la empresa teniendo en cuenta costes de formación, dietas, cargas sociales entre otros. Los datos de salario bruto anual, así como el coste en formación han sido extraídos de la memoria anual de Mercadona de 2019 (Mercadona, 2020).

Tabla 29. Cálculo cargas sociales para la empresa por operario. Fuente: Mercadona, 2020.

| DATOS BASADOS EN MERCADONA | Trabajador indefinido |
|--|-----------------------|
| Salario bruto mensual 12 pagas (€/mes) | 1.338 € |
| Salario bruto anual (€/año) | 16.056 € |
| Cargas sociales | |
| Contingencias comunes | 23,6% |
| Desempleo tipo general | 5,5% |
| Fondo de garantía salarial (FOGASA) | 0,2% |
| Formación profesional | 0,6% |
| Accidentes laborales | 3,5% |
| TOTAL | 33,4% |
| Carga social anual €/año | 5.362 € |

Se supone un trabajador indefinido que se encuentra en el primer rango de salario por antigüedad. Las cargas sociales son las que se aplican por legislación para un trabajador con un tipo de contrato general, sin tener en cuenta horas extra u otras horas extraordinarias.

Además de esto, se sabe que un trabajador como mínimo dispone de 2,5 días de vacaciones por cada mes trabajado. Esto implica que durante un año los empleados tienen 30 días de vacaciones. En la Tabla 30 se calculan las horas productivas que realiza un trabajador durante un año.

Tabla 30. Cálculo horas productivas anuales. Fuente: Elaboración propia.

| Horas trabajadas anualmente | |
|---|--------------|
| Días por semana laborales | 5 |
| Semanas en el año | 52 |
| Total días | 260 |
| Días de vacaciones | 30 |
| Días trabajados | 230 |
| Jornada (horas) | 8 |
| Descanso (horas) | 1 |
| Horas productivas | 7 |
| Absentismo | 5% |
| Horas productivas al año (horas/año) | 1.610 |
| Horas productivas con absentismo (horas/año) | 1.529 |

Además de las cargas sociales se han contabilizado costes en formación y dietas de las cuales disponen los trabajadores (Tabla 31).

Tabla 31. Otros costes que asume la empresa. Fuente: Mercadona, 2020.

| Otros costes que asume la empresa | |
|-----------------------------------|----|
| Formación €/mes | 82 |
| Dietas €/día | 6 |

Sabiendo esto ya se puede calcular el coste total anual para la empresa, así como el coste por hora de un trabajador. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 32. Cálculo coste total y coste por hora por operario para la compañía. Fuente: Elaboración propia.

| COSTE TOTAL OPERARIO | |
|------------------------------------|-----------------|
| Salario bruto anual | 16.056 € |
| Cargas sociales anuales | 5.363 € |
| Formación | 984 € |
| Dietas | 1.380 € |
| TOTAL | 23.783 € |
| Horas productivas | 1.529 |
| Coste por hora por operario | 15,55 € |

Este dato es útil para poder aplicar las ecuaciones propuestas por V. Kämäräinen et al. (2001) en el artículo “*Cost-effectiveness in the e-grocery business*” en el cual pretenden calcular la inversión máxima en la que se debería incurrir, dada una utilización objetiva del sistema automatizado, con el fin de poder obtener beneficio del proyecto. Además, el estudio muestra la relevancia del indicador de utilización de la capacidad del sistema, puesto que en gran medida determina los ahorros que se podrán alcanzar. En el sector de la alimentación existe una gran variabilidad de la demanda durante la semana y también en función de la hora del día. Estos autores asumen que un coeficiente de utilización coherente para un sistema automatizado de este sector es de alrededor del 50%.

En la siguiente figura se puede ver la variación de la inversión por línea que sería factible en función de la productividad que se consiga en el centro automatizado y de la utilización de los sistemas automatizados.

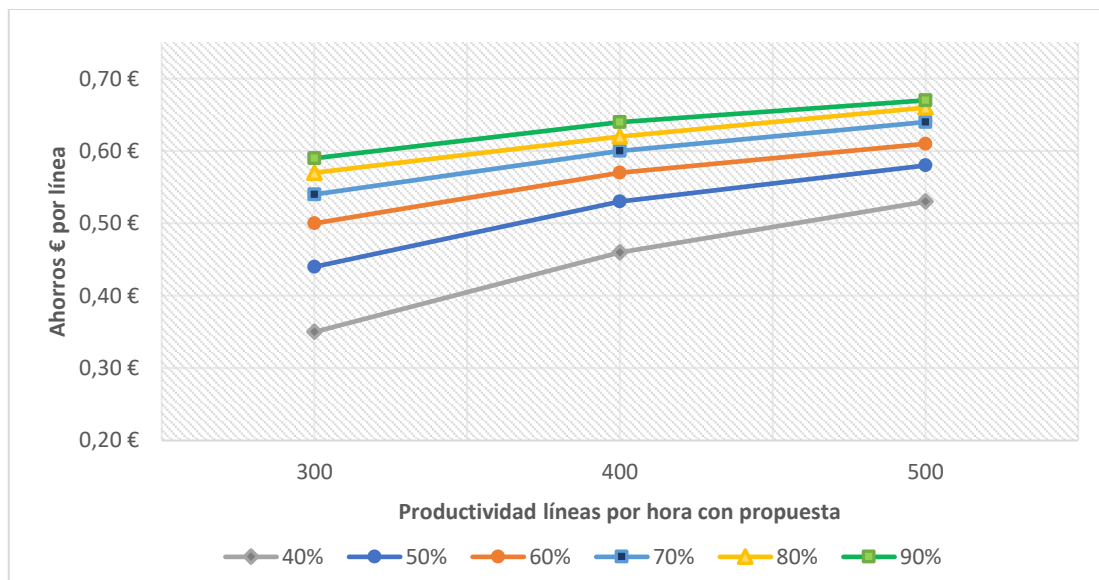


Figura 38. Gráfico de inversión por línea en función de utilización y productividad. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Inversión recomendable por línea de pedido en función de utilización y productividad. Fuente: Elaboración propia.

| Productividad | Utilización | | | | | |
|---------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% |
| 300 | 0,35 € | 0,44 € | 0,50 € | 0,54 € | 0,57 € | 0,59 € |
| 400 | 0,46 € | 0,53 € | 0,57 € | 0,60 € | 0,62 € | 0,64 € |
| 500 | 0,53 € | 0,58 € | 0,61 € | 0,64 € | 0,66 € | 0,67 € |

Los cálculos de la Tabla 33 se han realizado siguiendo la Ecuación 17 mencionada en el apartado 5.4.3. Como se desprende del gráfico, conforme aumenta el ratio de utilización del

sistema mayor es la inversión que se podría realizar por línea, dependiendo también de la productividad que se consiga en términos de líneas por hora y por operario. En este estudio, se sabe que la productividad es de 500 líneas por hora, puesto que la del carrusel horizontal es la menor de todas y, por tanto, la más restrictiva.

Si se considera una utilización del 50% y una productividad de 500 líneas por hora, se podría realizar una inversión de hasta 0,58 € por línea. Al día se supone que se procesan 1.600 pedidos que son 21.328 líneas de pedido por día y, suponiendo que se trabaja de lunes a viernes cuatro semanas al mes durante todo el año, se tendrán que completar 5.118.720 líneas de pedido al año.

$$\text{Líneas de pedido por año} = LP \text{ diarias} * \frac{\text{Días}}{\text{semana}} * \frac{\text{Semanas}}{\text{Mes}} * \frac{\text{Meses}}{\text{Año}}$$

Ecuación 21. Cálculo líneas de pedido anuales. Fuente: Elaboración propia.

Si esto se multiplica por la inversión máxima por línea que se podría realizar se obtiene que la inversión máxima total a realizar en un año sería de 2.968.857,60€.

Finalmente, se utilizarán las Ecuaciones 18 y 19 para averiguar los ahorros anuales durante el período en que se desea amortizar la inversión. El número de trabajadores (T1) previos a la automatización del sistema se han basado en el artículo de C. Delgado (2019) que eran 160 dedicados a la preparación de pedidos. Sin embargo, se han desglosado según el área al que corresponden para considerar únicamente los que aplican en el análisis:

Tabla 34. Distribución operarios por zona del almacén. Fuente: Elaboración propia.

| Zona | Operarios |
|-----------------|------------|
| Productos secos | 81 |
| Pescadería | 4 |
| Panadería | 5 |
| Refrigerados | 28 |
| Congelados | 2 |
| Playa | 40 |
| Total | 160 |

Se van a considerar para los cálculos únicamente los de la zona de productos secos y los congelados, que son aquellos productos que se han considerado en este estudio. En total suman 83 operarios. Los resultados por año se han recogido en la siguiente tabla y la suma total representa la inversión máxima en que se debería incurrir para poder obtener beneficio de la transacción.

Tabla 35. Ahorros anuales. Fuente: Elaboración propia.

| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Total |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|------------------|
| Ahorro (€) | 1.406.282 | 1.222.854 | 1.063.351 | 924.653 | 804.046 | 5.421.185 |

Si no se considera ningún coste adicional excepto la inversión en la infraestructura y los ahorros únicamente con respecto a la mano de obra se tendría lo siguiente:

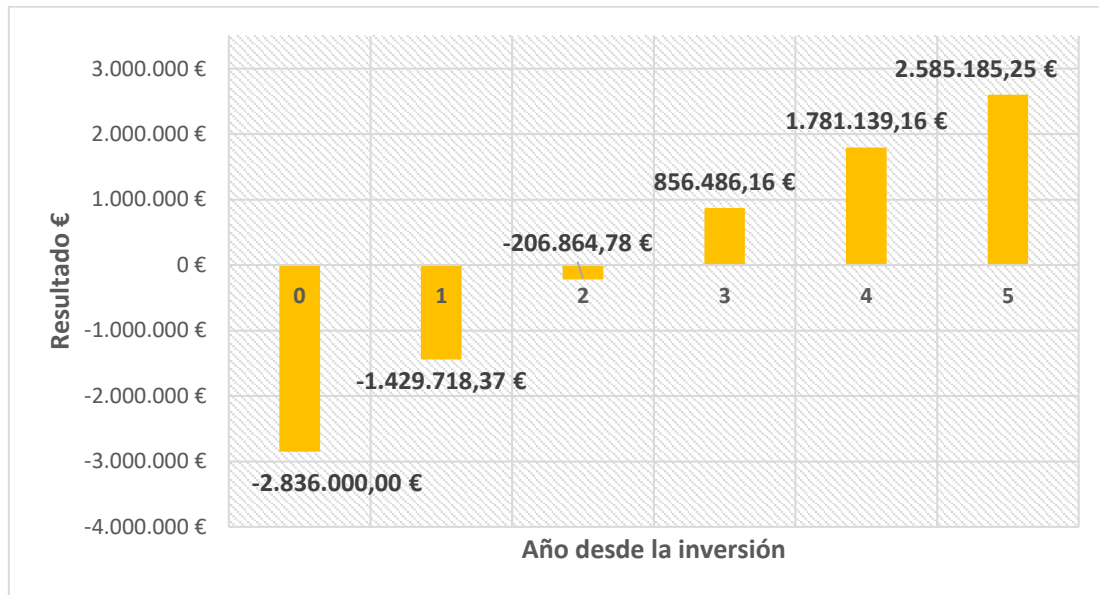


Figura 39. Resultados acumulados por año. Fuente: elaboración propia.

El año 0 corresponde con la inversión total del proyecto, mientras que los siguientes se trata de una suma acumulada del resultado del año anterior más el resultado del presente año. En vista del resultado, a priori se observa que recuperaría la inversión entre el año 2 y el año 3, que es cuando el resultado comienza a ser positivo de nuevo.

En el apartado 7 se realizarán cálculos con mayor detalle en cuanto a otros costes en los que incurrirá la empresa para obtener los flujos netos de caja y poder calcular el VAN y TIR que proporcionará más información en cuanto a la viabilidad del proyecto.

7. ANÁLISIS ECONÓMICO Y PRESUPUESTO

En este apartado se presenta un análisis económico del proyecto detallado en mayor medida, mediante el cálculo del presupuesto estimado, y los indicadores VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y *payback* (ROI) que proporcionarán más información en cuanto a la viabilidad del proyecto, la rentabilidad y el interés de realizarlo en términos monetarios.

7.1. PRESUPUESTO

El presupuesto se ha dividido en subapartados que se corresponden o bien con los sistemas de almacenaje a instalar (Multi-shuttle, A-Frame y Carrusel horizontal) o bien con la actividad de que se trate.

Algunos de los valores se han supuesto según la información disponible, entre estos, el precio del alquiler por metro cuadrado y el precio del conveyor por metro instalado. En cuanto al primero se supone que el precio del alquiler de la nave industrial de 13.000 m² es de 3 €/m², mientras que el precio del *conveyor* se supone 223,25€ por metro, siendo el largo de 140 metros aproximadamente (Kaiserkraft.es, s.f.). Con estos datos se han calculado los resultados que aparecen a continuación.

Tabla 36. Presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

| Descripción | Precio por unidad | Unidades | Coste |
|--|-------------------|------------|--------------------|
| A-Frame | | | 1.555.000 € |
| Módulos | 55.000 € | 19 | 1.045.000 € |
| Módulos estanterías para reposición | 1.000 € | 10 | 10.000 € |
| Instalación | 500.000 € | 1 | 500.000 € |
| Multi-shuttle | | | 660.000 € |
| Elevador | 30.000 € | 1 | 30.000 € |
| Pasillos | 600.000 € | 1 | 600.000 € |
| Instalación | 30.000 € | - | 30.000 € |
| Carrusel horizontal | | | 555.000 € |
| Contenedores | 1.625 € | 280 | 455.000 € |
| Sistema | 90.000 € | - | 90.000 € |
| Instalación | 10.000 € | - | 10.000 € |
| Sistema pick-to-light | | | 110.000 € |
| Display | 100 € | 100 | 10.000 € |
| Software | 100.000 € | 1 | 100.000 € |
| Puestos de preparación de pedidos | 1.000 € | 15 | 15.000 € |
| Instalación (puestos + pick-to-light) | 5.000 € | - | 5.000 € |
| Conveyor | 223 € | 140 | 31.255,00 € |
| Personal | | | 6.219,73 € |
| Acondicionamiento almacén | 5 días | - | |
| 10 operarios (8h/día) | 15,55 € | - | 6.219,73 € |

| Descripción | Precio por unidad | Unidades | Coste | |
|--|-------------------|----------|-----------------------|-------------------|
| Sistema de gestión de almacenes (SGA) | | | 8.400 € | |
| Conexión con Pick-to-light | | 2 días | - | 400 € |
| Personal informático (8h/día) | | 25,00 € | 1 | 400 € |
| Diseño interfaz | | | 3.500,00 € | |
| Curso formativo a empleados | | 20,00 € | - | 4.500,00 € |
| Empleados | | 15 | - | |
| Duración | | 15 horas | - | |
| Alquiler maquinaria | | | 15.000,00 € | |
| Total presupuesto | | | 2.960.874,73 € | |

7.2. VIABILIDAD DEL PROYECTO

En este apartado se van a utilizar tres indicadores como son el retorno de la inversión (*payback* o ROI), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Todos ellos en conjunto aportan una visión sobre el interés de llevar a cabo o no el proyecto dependiendo del resultado que se obtenga.

El *payback* calcula el tiempo que se tarda en recuperar la inversión realizada, mientras que el VAN y TIR es necesario analizarlos en conjunto para entender el significado del resultado. La interpretación del VAN y TIR depende del tipo de proyecto que se tenga; en este caso se asume que no se tiene limitación de capital y por tanto, se buscará un resultado del VAN > 0 (Pablo Lledó, s.f.).

Por otro lado, el estudio de la TIR depende de la estructura de los flujos de caja que se tenga. En este caso, como se mostrará en el apartado 7.2.2., los flujos de cada año a partir del período 1 son todos positivos, mientras que el del período 0 es negativo. Es por esto por lo que se querrá que el resultado de la TIR sea mayor que la tasa de descuento, que se supone un 10%.

7.2.1. PAYBACK

Para este estudio se sabe que los flujos de caja no son constantes. Por eso, hay que realizar un ajuste al flujo de caja de cada año según la siguiente ecuación, siendo i la tasa de descuento 10%, y t cada año que se analiza.

$$\text{Flujo de caja ajustado} = \frac{\text{Flujo de caja}_t}{(1 + i)^t}$$

Ecuación 22. Cálculo flujos de caja ajustados

Tabla 37. Cálculo flujos de caja ajustados y acumulados. Fuente: Elaboración propia.

| Año | Flujo de caja | Flujo de caja ajustado | Caja acumulado ajustado |
|-----|-----------------|------------------------|-------------------------|
| 0 | -2.836.000,00 € | - | -2.836.000,00 € |
| 1 | 3.638.564,66 € | 3.307.786,06 € | 471.786,06 € |
| 2 | 3.661.957,81 € | 3.026.411,41 € | 3.498.197,47 € |
| 3 | 3.718.667,40 € | 2.793.889,86 € | 6.292.087,33 € |
| 4 | 3.806.092,30 € | 2.599.612,26 € | 8.891.699,59 € |
| 5 | 3.922.064,38 € | 2.435.293,41 € | 11.326.992,99 € |

Como se ve, la inversión se recuperará en menos de un año. Concretamente en 9,35 meses.

$$Payback = \frac{Inversión}{Flujos\ de\ caja}$$

Ecuación 23. Cálculo del *payback*

7.2.2. VAN y TIR

Se quiere amortizar la instalación en un período de 5 años. La amortización se realiza linealmente durante este período y se asume que el valor residual de lo instalado es de 500.000€. La tasa de descuento es del 10% para los cinco años en que se analizan los flujos de caja.

$$Amortización = \frac{Inversión\ inicial - Valor\ residual}{Años\ de\ amortización}$$

Ecuación 24. Amortización de la instalación. Fuente: elaboración propia.

Además, se supone que se pide un préstamo que se devolverá en tasas constantes durante 5 años (20% cada año del importe inicial). En los costes fijos se incluyen costes de administración, electricidad, agua y alquiler del inmueble. Los costes administrativos se suponen un 2,5% de las ventas, y la electricidad y agua unos 60.000€ anuales.

En cuanto al mantenimiento el primer año supone 5.000€ y el coste de los siguientes años aumenta según lo siguiente:

$$Coste_i = Coste_{i-1} + Coste_0 * 20\% * i$$

Ecuación 25. Cálculo costes de mantenimiento por año. Fuente: elaboración propia.

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}$$

Ecuación 26. Cálculo del VAN.

La TIR (k) es la tasa que anula el VAN, de manera que anulando la ecuación 24 quedaría lo siguiente:

$$VAN = 0 \rightarrow I = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

El coste de las ventas se calcula como un 1,33% de *picking* más un 12% de los costes de la instalación según V. Minuti et al. (2017), en total un 13,33% anualmente. Por último, los ingresos por ventas se han obtenido de Efe (2019) y se supone que aumentarán un 5% con respecto al año anterior. Los flujos de caja que se han obtenido son los mostrados en la Tabla 37. Utilizando la fórmula del **VAN** el resultado es de: 10.297.266,36€ y la **TIR** es del 127,2%.

Tabla 38. Flujos de caja anuales. Fuente: elaboración propia.

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Inversión inicial | 2.836.000,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| Entradas | 0,00 € | 6.344.411,12 € | 6.407.889,56 € | 6.507.638,72 € | 6.641.155,16 € | 6.806.373,35 € |
| Ingresos por ventas | 0,00 € | 4.938.129,50 € | 5.185.035,97 € | 5.444.287,77 € | 5.716.502,16 € | 6.002.327,27 € |
| Ahorros | 0,00 € | 1.406.281,63 € | 1.222.853,59 € | 1.063.350,95 € | 924.653,00 € | 804.046,08 € |
| Salidas | 0,00 € | 2.705.846,46 € | 2.745.931,75 € | 2.788.971,31 € | 2.835.062,85 € | 2.884.308,97 € |
| Coste de las ventas | | 658.252,66 € | 691.165,29 € | 725.723,56 € | 762.009,74 € | 800.110,22 € |
| Mantenimiento | | 5.000,00 € | 6.000,00 € | 8.000,00 € | 11.000,00 € | 15.000,00 € |
| Salarios | | 356.740,56 € | 356.740,56 € | 356.740,56 € | 356.740,56 € | 356.740,56 € |
| Amortización | | 467.200,00 € | 467.200,00 € | 467.200,00 € | 467.200,00 € | 467.200,00 € |
| Otros costes fijos | | 651.453,24 € | 657.625,90 € | 664.107,19 € | 670.912,55 € | 678.058,18 € |
| Intereses (10%) | | 567.200,00 € | 567.200,00 € | 567.200,00 € | 567.200,00 € | 567.200,00 € |
| Flujo de caja | -2.836.000,00 € | 3.638.564,66 € | 3.661.957,81 € | 3.718.667,40 € | 3.806.092,30 € | 3.922.064,38 € |
| Flujo de caja acumulado | -2.836.000,00 € | 802.564,66 € | 4.464.522,47 € | 8.183.189,87 € | 11.989.282,18 € | 15.911.346,56 € |

Los resultados obtenidos son positivos y muestran que la inversión es interesante desde el punto de vista económico y financiero. La TIR es mayor que la tasa de descuento (10%) y el VAN tiene un valor positivo que resulta atractivo también.

8. CONCLUSIONES

El presente trabajo consistía en tratar de analizar la viabilidad del uso de sistemas automatizados en un centro de distribución para las tareas de preparación y expedición de pedidos en una empresa distribuidora de alimentos. Además de esto, se definieron varios objetivos que se deseaba conseguir con el estudio realizado simultáneamente.

Se ha caracterizado la situación en cuanto al comercio electrónico en España y se ha comparado con la que existe en otros países más desarrollados en este aspecto. De esto, se puede concluir que en España aún se tiene mucho margen de mejora en la venta de productos y servicios on-line sobre todo en cuanto al sector de la alimentación. Para crecer se necesitará apostar por transformaciones innovadoras tanto de la cadena de suministro en general como de los procesos que la integran.

Con la crisis provocada por el COVID-19 se ha visto claramente que la red no estaba preparada para asumir tal incremento del volumen de pedidos. Es por esto por lo que se proponía el cambio hacia sistemas más automatizados, que permitiesen reducir los tiempos de preparación a la vez que reducen los costes del proceso.

Por esto, se identificaba el proceso de la preparación de pedidos en el sector alimentario como uno de los más ineficientes, y se focalizaba el trabajo en este punto de la cadena de suministro.

Para poder conocer en qué ámbitos tenía sentido la propuesta, se ha caracterizado a los consumidores para averiguar cuál es el rango de edad principal, el nivel económico y el área geográfica en la que viven. Se determinó que la mayoría de los usuarios consumidores vivían en zonas metropolitanas, lo cual ha permitido calcular de forma más acertada los ingresos por ventas anuales tomando en consideración esta información.

Además, mediante el estudio empírico realizado y la encuesta difundida se ha podido ver el coste de preparación de pedido y esto ha permitido la posterior comparación con los tiempos estimados mediante un sistema de almacenaje automatizado.

Seguidamente, se han determinado las capacidades necesarias del almacén para las distintas categorías de productos mediante datos del sector con la finalidad de llegar a la estimación de la inversión necesaria del proyecto.

Finalmente, se ha mostrado mediante cálculos la posible reducción en coste anual, es decir, los ahorros que se podrían conseguir si se implementase la propuesta, puesto que las necesidades de mano de obra disminuyen. Debido al incremento en la productividad gracias a los sistemas automatizados se consigue una reducción de la mano de obra necesaria para preparar estos pedidos. También, por la misma razón el *lead time* se reducía considerablemente, haciendo posible así que el volumen diario de productos se preparase en un tiempo mucho menor.

Con todo esto se han obtenido indicadores para determinar la viabilidad económica del proyecto como son el cálculo del VAN y TIR, de los cuales se obtenían resultados positivos, que significaban que la propuesta podría ser realizable y amortizable en un período relativamente corto de tiempo.

Es por esto por lo que, en vistas de los resultados obtenidos, se considera la automatización del proceso como la mejor alternativa existente. Como es lógico, el presente estudio debería adaptarse a las condiciones, características e intereses de cada compañía, en relación con el dimensionamiento o la inversión que resultaría deseable.

Si se desea aumentar el volumen de negocio de este sector a través del canal digital, es imperativa la presencia de la inversión en innovación tecnológica de cara al futuro, en un entorno tan dinámico y cambiante como en el que nos encontramos.

En general, se considera que los objetivos que se plantearon al inicio del trabajo se han desarrollado por completo, haciendo posible llegar al objetivo final, que se trataba de identificar las principales ineficiencias del proceso estudiado y mostrar los beneficios económicos que permite obtener la automatización.

En relación con las posibles líneas futuras de investigación, se considera relevante el estudio de la posible eliminación de los costes de envío que la mayoría de las empresas distribuidoras imputan al cliente. Esto se debe a que actualmente, si este cargo no se le asignase al cliente, los pedidos on-line no serían rentables para la empresa, gracias a los elevados costes de la operativa. Se trata de uno de los aspectos que más clientes consideran como un inconveniente y que hace que el consumo se vea afectado.

Por tanto, es interesante averiguar si, con la reducción de costes en mano de obra anuales, y el incremento de la productividad del sistema, sería posible ofrecer envíos gratuitos independientemente del gasto en la cesta y obteniendo igualmente rentabilidad sobre los mismos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ABC. (1 de marzo de 2017). El 10 % de clientes del supermercado ya compra habitualmente alimentos por Internet. ABC. Recuperado de https://www.abc.es/familia/consumo/abci-10--por-ciento-clientes-supermercado-compra-habitualmente-alimentos-internet-201703011757_noticia.html
- [2] Alaimo, D. (6 de agosto de 2018). Alhabot robotics for grocery pickup. *Retail Dive*. Recuperado de <https://www.retaildive.com/news/walmart-to-pilot-alhabot-robotics-for-grocery-pickup/529401/>
- [3] Alexander Hübner Heinrich Kuhn Johannes Wollenburg, (2016), "Last mile fulfilment and distribution in omni-channel grocery retailing", *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 44 Iss 3 pp. 228 – 247
- [4] Alexander Kunst (20 de diciembre de 2019). Reasons for returning online orders according to U.S. online shoppers 2017. Statista. Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/706582/reasons-for-returning-online-orders-in-the-us/>
- [5] Arline, K. (29 de enero de 2018). What is C2B? *Business News Daily*. Recuperado de <https://www.businessnewsdaily.com/5001-what-is-c2b.html>
- [6] Bama (s.f). Almacenaje automático. Recuperado de <http://bama.es/soluciones/almacenaje-automatiko/>
- [7] Burruezo García, J. C. (2003). *Gestión moderna del comercio minorista: El enfoque práctico de las tiendas de éxito*. ESIC
- [8] Capgemini Research Institute, 2019. *The last mile delivery challenge*.
- [9] CESCE. (2019). *Informe sectorial de la economía española. Distribución alimentaria*.
- [10] CESCE. (2015). *Informe sectorial de la economía española. Distribución alimentaria*.
- [11] CNMC. (2020). *Informe Sobre el Comercio Electrónico en España a Través de Entidades de Medios de Pago*.
- [12] Chopra, S. (2003). Designing the distribution network in a supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2), 123-140.
- [13] Clasificaciones de comercio electrónico: Tipologías. Juan Vicente Oltra Gutiérrez. Informático, E.S. Informática Aplicada, UPV
- [14] Coker, J. (29 de abril de 2020). Covid-19: Tesco fulfills over 1 million online grocery orders in a week. *EssentialRetail*. Recuperado de <https://www.essentialretail.com/news/tesco-million-online-grocery-orders/>
- [15] Customer-to-Customer Interactions: Broadening the Scope of Word of Mouth Research. Barak Libai, Ruth Bolton, Marnix S. Bügel, Ko de Ruyter, Oliver Götz, Hans Risselada and Andrew T. Stephen. *Journal of Service Research* 2010 13: 267
- [16] Dahlhoff, D., Bender, S., & Cerovina, I. (2018). PwC, *Global consumers insight survey*.
- [17] Das, K., Tamhane, T., Vatterott, B., Wibowo, P., & Wintels, S. (2018). The digital archipelago: How online commerce is driving Indonesia's economic development. *McKinsey & Company, August*, 1–72. www.mckinsey.com/featured-insights/asia-pacific/the-digital-archipelago-how-online-commerce-is-driving-indonesia-s-economic-development
- [18] Delgado, C. (13 de marzo de 2019). En las tripas de la 'colmena', el arma secreta de Mercadona para la batalla 'online'. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/economia/2019/03/12/actualidad/1552345669_458914.html
- [19] Deloitte. (2020). *Global Powers of Retailing 2020*.
- [20] Efe (12 de marzo de 2019) Mercadona factura 2,2 millones al mes por internet, con 800 pedidos diarios. *Las Provincias*. Recuperado de <https://www.lasprovincias.es/economia/mercadona-online-factura-2018-20190312133505-nt.html>

- [21] Efe (4 de mayo de 2020). La compra “online” en los supermercados crece a pasos agigantados por el confinamiento. *La Vanguardia*. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/economia/20200504/48960559427/compra-online-supermercados-crece-confinamiento-coronavirus.html>
- [22] Ellinger, M., Geißen, T., & Spee, D. (2012). *How to Choose an Order-Picking System*.
- [23] Esteve Gutiérrez, J. (26 de mayo de 2020). El sector alimentario saca pecho: la demanda del 1.000% no rompió el abastecimiento. *El Confidencial*. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/empresas/2020-05-26/alimentacion-supermercados-compras-bra_2607284/
- [24] Fernie, J., & McKinnon, A. C. (2009). The development of e-tail logistics. In J. Fernie, & L. Sparks (Eds.), *Logistics and Retail Management: Emerging Issues and New Challenges in the Retail Supply Chain* (3 ed., pp. 207-232). Kogan Page.
- [25] FoodRetail (12 de junio de 2018) Pacto histórico: Carrefour y Google, contra Amazon. *FoodRetail*. Recuperado de https://www.foodretail.es/retailers/carrefour-francia-acuerdo-google_0_1226877303.html
- [26] Forbes México (29 de agosto de 2018). DHL invierte 85 mdd en México durante 2018. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/dhl-invierte-85-mdd-en-mexico-durante-2018/>
- [27] García Roper, J. (17 de febrero 2019) Mercadona y Lidl aprovechan el declive de Dia para ganar cuota de mercado en España. *CincoDías El País Economía*. Recuperado de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/02/12/companias/1549970854_374640.html
- [30] Garraiga Jiménez, J. (9 de marzo de 2010). Sistema de almacén y dispensación robotizada de productos farmacéuticos. *Interempresas.net*. Recuperado de <https://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/38349-Sistema-de-almacen-y-dispensacion-robotizada-de-productos-farmaceuticos.html>
- [31] Gómez Gómez, A., Puente García, J., Mitre Aranda, M., & García Fernández, N. (2004). Importancia del comercio electrónico y su incidencia en la logística de aprovisionamientos. *Ingeniería Industrial*, 25(2), 4.
- [32] Gómez Gómez, A., García Fernández, N., Parreño Fernández, J., & Mitre Aranda, M. (2003). Análisis de la situación actual del comercio electrónico en las empresas. 9.
- [33] González Marcos, J. (2 de marzo de 2020). Ecommerce Alimentación. *Ecommercerentable*. Recuperado de <https://ecommercerentable.es/e-commerce-alimentacion-estudios/>
- [34] Ibáñez Benages, E., & García Cervera, J. (s.f.). *Almacenes. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria*.
- [35] Institut Cerdà (2020) *Observatorio de Innovación en Gran Consumo en España*.
- [36] Instituto Nacional de Estadística (INE), (29 de abril de 2020). Nota de prensa. Índices de Comercio al por Menor (ICM). Marzo 2020.
- [37] IRI (2019). *Infoscan TAM mayo 2019*.
- [38] Kämäräinen, V., Småros, J., Jaakola, T., & Holmström, J. (2001). Cost-effectiveness in the e-grocery business. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 29(1), 41–48. <https://doi.org/10.1108/09590550110366352>
- [39] Lledó, P. (s.f.) Comparación entre distintos criterios de decisión (VAN, TIR, PRI). MasConsulting. Recuperado de [Comparación entre distintos criterios de decisión](#)
- [40] López Parada, J. (2011). *La logística de la distribución*.
- [41] Lucking-reiley, D., & Spulber, D. F. (2001). *Business-to-Business Electronic Commerce*. 15(1), 55–68.
- [42] Kaiserkraft.es (s.f.) Gura – Vía de rodillos ligera, marco de acero con rodillos de acero galvanizado. Recuperado de <https://www.kaiserkraft.es/tecnica-de-transporte/vias-de-rodillos/via-de-rodillos-ligera>

[marco-de-acero-con-rodillos-de-acero-galvanizado/anchura-de-via-300-mm/p/M10452/?articleNumber=903545&customerType=B2C#filternames%5B%5D%3DPeso%20%5Bkg%5D&filtervalues%5B%5D%3D30](https://www.mecalux.com/es-es/marco-de-acero-con-rodillos-de-acero-galvanizado/anchura-de-via-300-mm/p/M10452/?articleNumber=903545&customerType=B2C#filternames%5B%5D%3DPeso%20%5Bkg%5D&filtervalues%5B%5D%3D30)

[43] M. J. Verdecho Sáez, 2018. Diseño y Gestión de Almacenes. Departamento de Organización de Empresas. Universitat Politècnica de València

[44] Martínez, C. (5 de febrero de 2020) Mercadona, Carrefour, DIA y Lidl: así fue 2019 para los grandes supermercados. *El Confidencial*. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/empresas/2020-02-05/supermercados-2019_2443040/

[45] McKinsey&Company. (2018). *Travel and logistics: data drives the race for customers* (Issue May).

[46] Mecalux (24 de enero de 2020). Las 'dark stores' aceleran la logística del supermercado online. *Mecalux*. Recuperado de <https://www.mecalux.es/blog/dark-store>

[47] Mecalux (s.f). Almacenes verticales y carruseles verticales u horizontales. *Mecalux*. Recuperado de <https://www.mecalux.es/manual-almacen/sistemas-de-almacenaje/almacen-vertical-carrusel-horizontal>

[48] Mercadona (2020). Mercadona Memoria Anual 2019. Recuperado de <https://info.mercadona.es/document/es/memoria-anual-2019.pdf>

[49] Meller, R. D., & Pazour, J. A. (2008). *A heuristic for SKU assignment and allocation in an A-Frame system*. IIE Annual Conference and Expo 2008, 770–775.

[50] MHI (s.f) A- Frame. Recuperado de <https://www.mhi.org/solutions-community/solutions-guide/iframe>

[51] Minuti, V., & Novazzi, D. (2017). Optimizing store-based picking in the e-grocery: a model to assess costs and benefits. 258.

[52] Modula (s.f.) Modula Horizontal Carousels. Recuperado de <https://www.modula.us/modula-horizontal-carousels.html>

[53] Mokhtarian, P. L. (2004). *A conceptual analysis of the transportation impacts of B2C e-commerce*. 257–284.

[54] MWPVL International Inc. (s.f). A supply chain consultant evaluation of the dematic shuttle system. Recuperado de https://mwpvl.com/html/dematic_multishuttle_review.html

[55] MWPVL International Inc. (2013). How to Select a Split Case Picking System. *Material Handling and Logistics Conference*.

[56] Narvar. (2017). *Narvar Consumer Report. Making Returns a Competitive Advantage*

[57] Netquest, & AECOC. (2019). *Ventas E-commerce en Productos de Gran Consumo (GC)*.

[58] Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2019). Estudio sobre Comercio Electrónico B2C. 2018. Madrid: ONTSI. <http://doi.org/10.30923/2172-458x/b2c/201911>

[59] Observatorio Nacional de Las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la información. (2019). *Indicadores de Comercio Electrónico*. 258.

[60] [Oleoshop, 2017 ¿Qué es retail? Definición y características](#)

[61] Oltra Gutiérrez, J. V. (2003). Clasificaciones de comercio electrónico: Tipologías. *V Congreso de Ingeniería de Organización*, 11.

[62] Outsource Equipment (s.f.). Horizontal Carousel Systems. Recuperado de <https://www.osequip.com/products/carousels-and-vertical-storage-systems/horizontal-carousel-systems/>

[63] Pasamón, F. (2020). El futuro del sector Retail. *Deloitte*. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/consumer-business/articles/El-futuro-del-sector-Retail.html>

- [64] Pérez Pérez, M., & Martínez Sánchez, A. (2002). Las implicaciones del comercio electrónico para el sector del transporte. *Boletín Económico de ICE, Información Comercial Española*, 2748, 21–34.
- [65] Puellas, M., Moreno, G., & Medina, F. (2019). *Observatorio para la evolución del comercio electrónico de alimentación: avances y perspectivas 2019*. ASEDAS.
- [66] Redacción Aral (7 de mayo de 2020). El Corte Inglés, Dia y Alcampo, enseñan que más han aumentado las ventas de su supermercado online. *Aral Revista del Gran Consumo*. Recuperado de https://www.revistaaral.com/distribucion-con-base-alimentaria/corte-ingles-dia-alcampo-ensenas-mas-han-aumentado-ventas-su-supermercado-online_15140498_102.html
- [67] Revista Logística y Transporte (28 de febrero de 2017). Click&Pick de Swisslog, una cartera de soluciones para el comercio electrónico. *Revista Logística y Transporte*. Recuperado de www.logisticaytransporte.es/noticias.php/Click&Pick-de-Swisslog.-cl.-Swisslog-ecommerce/79684
- [68] R.F.R. (20 de abril de 2020). La nueva compra online en los supermercados. *FoodRetail*. Recuperado de https://www.foodretail.es/retailers/compra-online-supermercados-mercadona-carrefour-dia-sanchez-romero_0_1430256990.html
- [69] Salvatierra, J. (11 de junio de 2019). Mercadona expande su modelo de ‘colmenas’ para la compra ‘online’ y abre en Barcelona. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/economia/2019/06/11/actualidad/1560247041_664749.html
- [70] SSI Schäfer (s.f) A-Frame. Recuperado de <https://www.ssi-schaefer.com/en-be/products/order-picking/automated-order-picking/a-frame-78392>
- [71] Subramaniam, C., & Shaw, M. J. (2002). A study of the value and impact of B2B e-commerce: The case of Web-based procurement. *International Journal of Electronic Commerce*, 6(4), 19–40.
- [72] Stallbaumer, TJ. (8 de enero de 2020). How Walmart’s Alphabot is Helping to Revolutionize Online Grocery Pickup and Delivery. *Walmart*. Recuperado de <https://corporate.walmart.com/newsroom/2020/01/08/how-walmarts-alphabot-is-helping-to-revolutionize-online-grocery-pickup-and-delivery>
- [73] TGW (s.f) Almacén frigorífico totalmente automatizado. Recuperado de <https://www.tgw-group.com/es/industrias/alimentacion/coop/almacen-frigorifico-totalmente-automatizado>
- [74] Urlondo, M.A. (16 de marzo de 2019). Mercadona ‘pasa’ de los robots en su ‘colmena’ para sacar rica miel de Internet. *El Español*. Recuperado de https://www.elespanol.com/invertia/empresas/20190316/mercadona-pasa-robots-colmena-sacar-rica-internet/383462978_0.html
- [75] Vázquez, R. y Trespalacios, J.A. (2012). Estrategias de distribución comercial: diseños del canal de distribución y relación entre fabricantes y detallistas. Madrid: Paraninfo.
- [76] VoodooRobotics (s.f.). Pick-by-Light System Cost. Recuperado de <https://info.voodoorobotics.com/blog/pick-by-light-system-cost>
- [77] Walmart. (5 de septiembre de 2018). Walmart tests New Last-Mile Grocery Delivery Service. *Walmart*. Recuperado de <https://corporate.walmart.com/newsroom/2018/09/05/walmart-tests-new-last-mile-grocery-delivery-service>