



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

MEJORA EN LA GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO
DE PIEZAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTES
ASOCIADOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL
AUTOMÓVIL EN VALENCIA

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Producción,
Logística y Cadena de Suministro

AUTOR/A: Cruces Flores, Bruno

Tutor/a: Rodríguez Rodríguez, Raúl

CURSO ACADÉMICO: 2024/2025

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida. Vuestro amor incondicional, apoyo constante y sabios consejos han sido la fuerza que me ha impulsado a alcanzar este importante logro académico. A vosotros, papá y mamá, les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado. Gracias por creer en mí, incluso en los momentos en que dudé de mí mismo, y por estar siempre a mi lado, aún a la distancia.

A mi familia en general, les agradezco por su comprensión, paciencia y ánimo durante todo este proceso. Cada uno de ustedes ha jugado un papel esencial en mi vida, brindándome el cariño y la motivación necesarios para superar cada obstáculo.

La experiencia de estudiar en España como alumno extranjero ha sido, sin duda, una de las más gratificantes de mi vida. Enfrentarme a nuevos desafíos, adaptarme a una cultura diferente y estar lejos de mis familiares y amigos ha sido un proceso retador, pero también increíblemente enriquecedor. He aprendido no solo en el ámbito académico, sino también en el personal, y he crecido de maneras que nunca imaginé.

Agradezco profundamente a todas las personas que hicieron de mi estancia en España una experiencia inolvidable. Desde mis compañeros de clase hasta los profesores y amigos que conocí en el camino, todos han contribuido a que este viaje haya sido un éxito. Con una mención especial a Paola Palomino, mi mentora en este tiempo.

Finalmente, quiero agradecer a mi país de origen por darme la fuerza para emprender este desafío y a España por recibir a un estudiante extranjero con los brazos abiertos. Esta experiencia ha marcado un antes y un después en mi vida, y llevaré siempre conmigo los recuerdos, las lecciones aprendidas y, sobre todo, el agradecimiento eterno a todos los que han sido parte de este capítulo tan importante.

Bruno Cruces Flores

Resumen

La industria del automóvil ha atravesado diversos cambios a lo largo del tiempo, impulsados por las tendencias que buscan la innovación, la sostenibilidad y eficiencia. Los fabricantes de automóviles recurren a materiales ligeros debido a la creciente preocupación ambiental, estrictas regulaciones respecto a la eficiencia del combustible, un mejor rendimiento del automóvil y la flexibilidad en diseño que ofrecen. Una integración crucial que ha impactado en el diseño y la producción de los automóviles es la aplicación del plástico en esta industria. En un sector tan competitivo como este, surge la necesidad de incrementar la rentabilidad en paralelo con la mejora en la eficiencia operativa. El caso de estudio se centra en una empresa de capital francés dedicada a la fabricación de componentes plásticos exteriores, líder en la industria. La gestión de aprovisionamiento actual de una pieza crítica en la bill of materials (BOM) del componente final ha generado incremento de costes asociados, de capital inmovilizado, obsolescencia de piezas y desperdicio de materiales no sostenible. En este sentido, el presente Trabajo de Fin de Máster desarrollará un sistema de gestión de aprovisionamiento basado en la utilización de herramientas Lean como Value Stream Mapping, Kaizen y Kanban. Este trabajo iniciará con un diagnóstico inicial de la situación con el objetivo de enfocarse en la mejora de procesos y reducción de lead time. Posterior a ello, se implementará un E-Kanban para la reducción de stocks y el aseguramiento de la cobertura deseada. Finalmente, se integra la mejora continua y un plan de recuperación de piezas obsoletas enfocado en la sostenibilidad ambiental. Asimismo, se aplicarán principios de business intelligence (BI) para la monitorización de stocks con el uso de PowerBi. Esta investigación busca como objetivo mejorar la gestión de aprovisionamiento enfocado en el incremento de la rentabilidad, la eficiencia operativa y la sostenibilidad.

Palabras Clave: Automóvil, Plásticos, Planificación, Aprovisionamiento, Costes, Stock, Cadena de suministro, Lead Time, Logística.

Resum

La indústria de l'automòbil ha travessat diversos canvis al llarg del temps, impulsats per les tendències que busquen la innovació, la sostenibilitat i eficiència. Els fabricants d'automòbils recorren a materials lleugers a causa de la creixent preocupació ambiental, estrictes regulacions respecte a l'eficiència del combustible, un millor rendiment de l'automòbil i la flexibilitat en disseny que oferixen. Una integració crucial que ha impactat en el disseny i la producció dels automòbils és l'aplicació del plàstic en esta indústria. En un sector tan competitiu com este, sorgix la necessitat d'incrementar la rendibilitat en paral·lel amb la millora en l'eficiència operativa. El cas d'estudi se centra en una empresa de capital francès-dedicada a la fabricació de components plàstics exteriors, líder en la indústria. La gestió d'aprovisionament actual d'una peça crítica en la bill of materials (BOM) del component final ha generat increment de costos associats, de capital immobilitzat, obsolescència de peces i desaprofitament de materials no sostenible. En este sentit, el present Treball de Fi de Màster desenrotllarà un sistema de gestió d'aprovisionament basat en la utilització de ferramentes Lligen com Value Stream Mapping, Kaizen i Kanban. Este treball iniciarà amb un diagnòstic inicial de la situació amb l'objectiu d'enfocar-se en la millora de processos i reducció de lead estafe. Posterior a això, s'implementarà un E-Kanban per a la reducció d'estocs i l'assegurament de la cobertura desitjada. Finalment, s'integra la millora contínua i un pla de recuperació de peces obsoletes enfocat en la sostenibilitat ambiental. Així mateix, s'aplicarà principis de business intelligence (BI) per al monitoratge d'estocs amb l'ús de PowerBi. Esta investigació busca com a objectiu millorar la gestió d'aprovisionament enfocat en l'increment de la rendibilitat, l'eficiència operativa i la sostenibilitat.

Paraules Clau: Automòbil, Plàstics, Planificació, Aprovisionament, Costos, Estoc, Cadena de subministrament, Lead Time, Logística.

Abstract

The automotive industry has undergone various changes over time, driven by trends aimed at innovation, sustainability, and efficiency. Automakers are increasingly turning to lightweight materials due to growing environmental concerns, strict fuel efficiency regulations, enhanced vehicle performance, and the design flexibility these materials offer. A critical integration that has significantly impacted automotive design and production is the application of plastics in the industry. In such a competitive sector, there arises a need to increase profitability in parallel with improvements in operational efficiency. The case study focuses on a French-owned company specializing in the manufacture of exterior plastic components, which is a leader in the industry. The current supply management of a critical part in the bill of materials (BOM) for the final component has led to increased associated costs, immobilized capital, obsolescence of parts, and unsustainable material waste. In this context, this master's thesis will develop a supply management system based on the use of Lean tools such as Value Stream Mapping, Kaizen, and Kanban. The work will begin with an initial diagnosis of the situation to focus on process improvement and lead time reduction. Following this, an E-Kanban system will be implemented to reduce stock levels and ensure the desired coverage. Finally, continuous improvement will be integrated, along with a plan for recovering obsolete parts focused on environmental sustainability. Additionally, business intelligence (BI) principles will be applied to monitor stock levels using PowerBi. The objective of this research is to improve supply management with a focus on increasing profitability, operational efficiency, and sustainability.

Keywords: Automobile, Plastics, Planning, Supply, Costs, Stock, Supply Chain, Lead Time, Logistics.

GLOSARIO

AUTOMOCIÓN

Se refiere al conjunto de tecnologías, industrias y actividades relacionadas con la fabricación, diseño, desarrollo, marketing y venta de vehículos automotores. La automoción incluye tanto a los fabricantes de vehículos como a los proveedores de componentes y partes, abarcando la producción de automóviles, camiones, motocicletas y otros vehículos. Este término es clave en la ingeniería automotriz y en la industria de transporte en general (Abedsoltan, 2024).

JUST IN TIME

Es una metodología de gestión de inventarios enfocada en reducir los tiempos de entrega y minimizar los niveles de inventario. Bajo este sistema, los materiales y productos se entregan justo cuando son necesarios en el proceso de producción, reduciendo costos asociados al almacenamiento y mejorando la eficiencia operacional. El JIT es un componente central de la producción esbelta o "lean manufacturing" (Erkayman, 2018).

VALUE STREAM MAPPING (VSM)

Es una herramienta de visualización utilizada en la metodología lean para analizar y diseñar el flujo de materiales e información necesario para llevar un producto o servicio desde su inicio hasta el cliente final. VSM ayuda a identificar desperdicios y oportunidades de mejora en el proceso de producción, facilitando la implementación de cambios para optimizar la cadena de valor (Rother & Shook, 2003)

KAIZEN

Es un enfoque de mejora continua que se originó en Japón y se utiliza en la gestión de calidad y producción. El término "Kaizen" significa "cambio para mejorar" o "mejora continua" y se centra en la participación de todos los empleados, desde los directivos hasta los trabajadores de línea, en la mejora constante de procesos, productos y servicios (Pinto et al., 2018).

KANBAN

Es un sistema de control de la producción que utiliza señales visuales, como tarjetas o tableros, para gestionar el flujo de trabajo y asegurar que la producción solo se inicie cuando se haya generado una demanda. Es una parte integral del método lean y ayuda a reducir el exceso de inventario y a mejorar la eficiencia del proceso productivo (Pinto et al., 2018)

BILL OF MATERIALS (BOM)

Es un documento o lista detallada que describe todos los componentes, subcomponentes, ensamblajes y materias primas necesarios para fabricar un producto. Cada ítem en la lista incluye detalles sobre la cantidad y la unidad de medida, y la BOM es esencial para la planificación de recursos de producción (MRP) y la gestión de inventarios (Pinto et al., 2018).

Material Requirements Planning (MRP)

Es un sistema de planificación de la producción que calcula la cantidad y el momento en que se deben adquirir los materiales necesarios para cumplir con los planes de producción. MRP utiliza datos de la BOM, inventarios existentes y el cronograma de producción para asegurar que los materiales estén disponibles justo a tiempo para la fabricación, optimizando así los recursos y minimizando los inventarios (Pinto et al., 2018).

DEMANDA INDEPENDIENTE

Se refiere a la demanda de productos finales que directamente fluctúa por las condiciones del mercado, es decir, por los pedidos de los clientes finales. Esta demanda es impredecible y requiere de pronósticos para su gestión efectiva. (Pinto et al., 2018)

DEMANDA DEPENDIENTE

Hace referencia a la demanda de componentes o materias primas que están directamente ligada con la producción de productos terminados. Esta demanda es predecible en función de la demanda independiente, permitiendo una planificación más precisa de los inventarios. (Pinto et al., 2018)

ÍNDICE

1.	Introducción.....	11
1.1.	Objetivos del TFM	12
1.2.	Estructura del TFM.....	13
2.	Estado del arte	14
2.1.	Metodología de la investigación.....	14
2.2.	Revisión de la literatura.....	18
2.3.	Casos de Éxito	22
3.	Caso de estudio.....	26
3.1.	Descripción de la empresa.....	26
3.2.	Value Stream Mapping.....	35
3.3.	Proceso de Aprovisionamiento.....	37
3.3.1.	Indicadores.....	40
3.3.2.	Bill of Materials.....	40
4.	Diagnóstico del problema.....	42
4.1.	Análisis del problema	42
4.1.1.	Identificación visual del problema	43
4.1.2.	Diagrama de Ishikawa	44
4.1.3.	Diagrama de árbol	46
4.2.	Cuantificación del problema.....	48
5.	Metodología.....	50
5.1.	Benchmarking de Metodologías.....	50
5.2.	Herramientas.....	51
5.2.1.	VALUE STREAM MAPPING	51
5.2.2.	E-KANBAN	54
5.2.3.	KAIZEN	57

5.3.	Implementación	59
5.4.	Gestión del Proyecto.....	64
5.4.1.	Cronograma del Proyecto	64
5.4.2.	Coste de implementación.....	69
6.	Análisis de Resultados e Impactos	69
6.1.	Resultados de la implementación	69
6.2.	Análisis Financiero	81
7.	Conclusiones.....	84
8.	Líneas futuras de la investigación	85
9.	Anexos	87
10.	Referencias	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura del TFM.....	13
Figura 2 Metodología de la investigación.....	15
Figura 3 Funcionamiento E-Kanban	22
<i>Figura 4 Funcionamiento de Kanban en VSM</i>	<i>23</i>
Figura 5 Implementación VSM.....	24
Figura 6 Implementación E-Kanban CE4.....	25
Figura 7 Timeline de Proyectos.....	27
Figura 8 Organigrama Nivel 2	28
Figura 9 Flujograma de Procesos.....	31
Figura 10 Bumper de Serie	31
Figura 11 Pallet de Holders.....	32
Figura 12 Holders Embalados.....	32
Figura 13 Layout de planta	34
Figura 14 Flujograma del Proceso de Aprovisionamiento.....	39
Figura 15 Capital invertido en Inventarios - Holders.....	43
Figura 16 Ishikawa del problema principal.....	45
Figura 17 Diagrama de árbol del problema diagnosticado	47
Figura 18 Modelo VSM	52
Figura 19 Iconos de flujo de material	53
Figura 20 Modelo Kaizen.....	54
Figura 21 Fases de la implementación	62
Figura 22 Diagrama de Gantt.....	66
Figura 23 VSM - HOLDERS FUTURO	70
Figura 24 VSM BUMPERS RECAMBIOS FUTURO.....	71
Figura 25 Dashboard de Stock de Holders.....	72
Figura 26 E-Kanban de Holders en Power BI.....	73
Figura 27 Nuevo Packaging de Holders.....	74
Figura 28 KLTs con piezas en nuevo packaging.....	74
Figura 29 Checklist 5S	76
Figura 30 Estanterías antes y después	77
Figura 31 Ecuación del VAN	83
Figura 32 Ecuación del ROI.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución previa de los artículos por temporalidad	16
Tabla 2 Distribución final de los artículos por temporalidad.....	16
Tabla 3 Artículos y sus características generales	16
Tabla 4 Herramientas principales de la revisión literaria.....	17
Tabla 5 Costes asociados del problema.....	49
Tabla 6 Benchmarking de herramientas	50
Tabla 7 Flujo de caja de la empresa OPMOBILITY	82

1. Introducción

En la industria automotriz, la constante evolución hacia la innovación, eficiencia y sostenibilidad ha impulsado a los fabricantes a optimizar cada eslabón de su cadena de suministro. La competitividad en este sector exige no solo la producción de componentes de alta calidad, sino también la implementación de estrategias que permitan la reducción de costes, la mejora en los tiempos de respuesta y la minimización del desperdicio. En este contexto, el presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) se centra en la optimización del proceso de aprovisionamiento y la gestión de inventarios en una empresa dedicada a la fabricación de componentes plásticos para automóviles, con el objetivo de incrementar la rentabilidad y la eficiencia operativa.

Este TFM se estructura en varias secciones clave para abordar el problema de forma integral. En primer lugar, se presentan los objetivos y la estructura del trabajo, proporcionando un marco claro de lo que se pretende lograr y cómo se organizará el contenido. Posteriormente, se explora el estado del arte, analizando las metodologías en la literatura existente, así como casos de éxito en la industria que sirvan de referencia.

Como siguiente sección, el caso de estudio describe en detalle la empresa en cuestión y los procesos clave modelados con el enfoque del *Value Stream Mapping* (VSM) y el *Business Process Management* (BPM), para luego diagnosticar el problema identificado en la gestión de aprovisionamiento, cuantificando su impacto en los costes asociados y la eficiencia operativa. Posteriormente, se detalla la metodología adoptada para abordar el problema, previo a ello se evalúa un benchmarking de metodologías, y luego la selección de herramientas Lean empleadas como e-Kanban soportado por Kaizen y sus respectivas etapas de implementación.

El análisis de los resultados obtenidos muestra que la aplicación de estas estrategias permitió una reducción del 44% en la inversión en inventarios y una reducción del 20,5% en el lead time de la pieza final, lo que evidencia el impacto positivo de la implementación. Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo y se sugieren líneas futuras de investigación para continuar optimizando los procesos en la industria automotriz. Este proyecto no solo contribuye a la mejora de la competitividad de la empresa, sino que también sienta las bases para futuras investigaciones en la gestión eficiente de recursos en sectores industriales complejos.

1.1. Objetivos del TFM

El presente TFM tiene como objetivo general la mejora en la gestión de inventarios para un componente crítico en la fabricación de un producto comercializado como recambio de automóvil.

Asimismo, este trabajo tiene como pilares 3 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) generados por la Naciones Unidas en 2015 que se acoplan con los objetivos de la investigación:

ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico

El ODS 8 se enfoca en promover un crecimiento económico inclusivo y sostenible, asegurando el acceso a un trabajo decente para todos. Este objetivo busca mejorar la productividad económica a través de la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación. Asimismo, pone énfasis en la protección de los derechos laborales, la promoción de un entorno de trabajo seguro y la erradicación del trabajo infantil y el trabajo forzoso. Su meta es reducir la tasa de desempleo y fomentar un desarrollo económico que beneficie a todas las personas (Naciones Unidas, 2015).

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

El ODS 9 busca construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación. Este objetivo subraya la importancia de las infraestructuras modernas y sostenibles para el desarrollo económico, especialmente en países en desarrollo. También destaca la necesidad de apoyar la investigación y el desarrollo de tecnologías innovadoras que puedan impulsar el crecimiento industrial y mejorar la eficiencia de los recursos, reduciendo al mismo tiempo las emisiones de carbono (Naciones Unidas, 2015).

ODS 12: Producción y Consumo Responsables

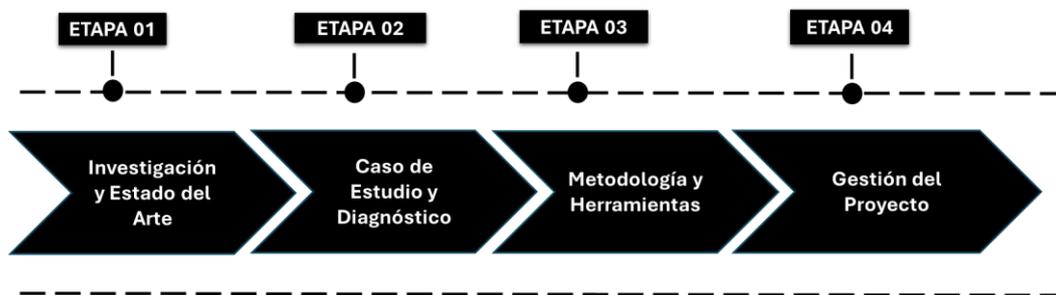
El ODS 12 se enfoca en garantizar patrones de consumo y producción sostenibles. Este objetivo promueve la eficiencia en el uso de recursos, la reducción de desechos y la adopción de prácticas sostenibles a lo largo de toda la cadena de producción y consumo.

Además, aboga por la responsabilidad compartida entre productores y consumidores para reducir los impactos ambientales negativos, y fomenta la adopción de tecnologías y prácticas más limpias en la producción de bienes y servicios. También incluye la necesidad de reducir el desperdicio de alimentos y promover la gestión sostenible de los residuos (Naciones Unidas, 2015).

1.2. Estructura del TFM

El presente trabajo final de máster presentará cuatro etapas. La primera se enfoca en la revisión literaria sobre los avances científicos en el campo de aplicación del presente TFM y casos de éxito sobre la propuesta de mejora. La siguiente etapa presenta el caso de estudio, contextualiza el entorno en el cual se basa la propuesta y las restricciones a considerar para la solución óptima. Luego, continúa la tercera etapa sobre metodología, en la cual se desarrolla una comparación de herramientas, secuenciada por la elección del mejor método de solución y la gestión del proyecto a ejecutar. Por último, se evalúan los resultados previstos y se comprueba la viabilidad de la propuesta, asimismo, se establecen las conclusiones y las líneas futuras de la investigación.

Figura 1 Estructura del TFM



Nota: Elaboración Propia.

2. Estado del arte

2.1. Metodología de la investigación

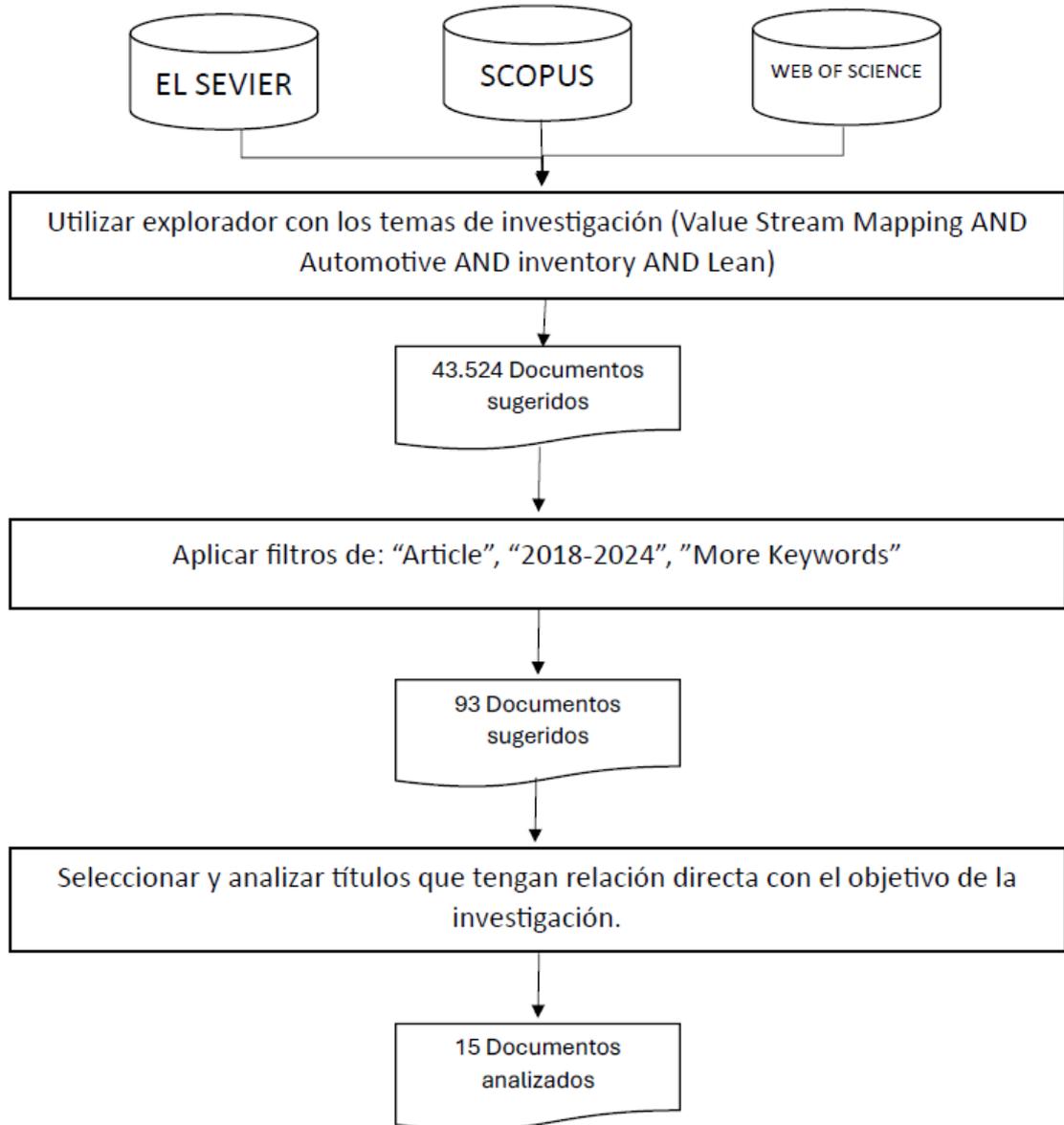
La metodología de la investigación que siguió esta revisión literaria empezó en la búsqueda primaria dentro de plataformas académicas como Scopus, ElSevier y Web of Science (WOS), entre otros.

La primera etapa de la búsqueda exploró las bases de datos con palabras clave como “Value Stream Mapping AND Automotive AND Inventory AND Lean”. Los resultados obtenidos datan aproximadamente 43.524 documentos sobre los temas buscados. Para el desarrollo de la segunda etapa de búsqueda, se utilizaron filtros que segmentaron mejor la investigación con filtros de temporalidad, definiendo solo analizar documentos desde 2018 hasta el 2024. Posterior a ello, se filtró por tipo de documento para el análisis de netamente artículos científicos, y aplicando *Key words* adicionales. Los resultados de esta etapa fueron de 93 artículos sugeridos para la investigación. Por último, se realizó un filtro más dedicado mediante revisión de títulos y resúmenes para obtener artículos directamente relacionados con el tema para obtener así la selección final de 15 artículos.

El objetivo general de esta búsqueda literaria se centró en los casos de éxito de implementaciones de mejoras logísticas y lean en el sector de la automoción alrededor del mundo. Se resalta la importancia de las herramientas visuales y de análisis que combinadas resultan en una propuesta robusta.

A continuación, se muestra un flujograma que grafica las etapas de la búsqueda para esta revisión literaria:

Figura 2 Metodología de la investigación



Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar, en la literatura existe una amplia documentación respecto a los avances de la metodología *Lean* en el sector de la automoción. En la sección siguiente, se puede obtener un mayor detalle de las características de la investigación realizada para este TFM.

Tabla 1 Distribución previa de los artículos por temporalidad

Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
Nº Artículos	18	5	16	26	4	7	17	93

Nota. Elaboración propia.

Tabla 2 Distribución final de los artículos por temporalidad

Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
Nº Artículos	4	1	2	3	1	1	3	15

Nota. Elaboración propia.

Como se mencionó líneas atrás, tenemos 15 artículos analizados para esta investigación. A continuación, se muestra una tabla con características generales, generada mediante Mendeley:

Tabla 3 Artículos y sus características generales

Nº	Descripción
P1	Li, H., Ye, C., Zhou, Z., Zhou, X., Fu, X., & Peng, L. (2018). Research on Overall Improvement of Production Efficiency: A Case Study Based on Value Stream Mapping Analysis in Automobile Decoration Products Manufacturing Industry. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2019-Decem, 1240–1244. https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607531
P2	Mahendran, S., Senthilkumar, A., & Jeyapaul, R. (2018). Analysis of lean manufacturing in an automobile industry – A case study. International Journal of Enterprise Network Management, 9(2), 129–142. https://doi.org/10.1504/IJENM.2018.093708
P3	Kumar, S., Dhingra, A., & Singh, B. (2018). Lean-Kaizen implementation: A roadmap for identifying continuous improvement opportunities in Indian small and medium sized enterprise. Journal of Engineering, Design and Technology, 16(1), 143–160. https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2017-0083
P4	Erkayman, B. (2018). Transition to a JIT production system through ERP implementation: a case from the automotive industry. International Journal of Production Research, 0(0), 1–11. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1527048
P5	Deokar, A., Aravind Raj, S., Jayakrishna, K., & Abdul Zubar, H. (2019). Implementation of Lean Concepts Using Value Stream Mapping in Automotive Firm. In Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6374-0_17
P6	Idris, M. R., Prakash, P. S., & Abdullah, A. (2020). E-Kanban hybrid model for Malaysian automotive component suppliers with IoT solution. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 0(March), 728–738.
P7	Zhu, X. Y., Zhang, H., & Jiang, Z. G. (2020). Application of green-modified value stream mapping to integrate and implement lean and green practices: A case study. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 33(7), 716–731. https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1667028
P8	Alcaraz, J. L. G., Sánchez-Ramírez, C., & López, A. J. G. (2021). Techniques, Tools and Methodologies Applied to Quality Assurance in Manufacturing. In Techniques, Tools and Methodologies Applied to Quality Assurance in Manufacturing. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69314-5
P9	Romeira, B., Cunha, F., Moura, A., & Degeit, G. / (2021). Development and Application of an e-Kanban System in the Automotive Industry. IEOM Monterrey, 613–624.
P10	Simić, D., Svirčević, V., Corchado, E., Calvo-Rolle, J. L., Simić, S. D., & Simić, S. (2021). Modelling material flow using the Milk run and Kanban systems in the automotive industry. Expert Systems, 38(1), 1–15. https://doi.org/10.1111/exsy.12546
P11	Kiran, M. B. (2022). Enhancing Productivity of a Manufacturing Company Using Value Stream Mapping — A Case Study. 395–404. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7660-4
P12	Sangwa, N. R., & Sangwan, K. S. (2023). Leanness assessment of a complex assembly line using integrated value stream mapping: a case study. TQM Journal, 35(4), 893–923. https://doi.org/10.1108/TQM-12-2021-0369
P13	Abedsoltan, H. (2024). Applications of plastics in the automotive industry: Current trends and future perspectives. Solymar Engineering and Science, 64(3), 929–950. https://doi.org/10.1002/pen.26604

Pereira, M. T., Lyra, R., Moreira, M. Â. L., Oliveira, M., Fereira, F. A., & Silva, F. J. G. (2024). Design and Implementation of a Supplier Kanban System in the Automotive Sector: An Empirical Study (Vol. 2). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61582-5_1

Candea, S., & Gabor, M. R. (2024). Effects of Using Kanban System in Automotive Industry. A Case Study. In Lecture Notes in Networks and Systems: Vol. 926 LNNS. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54664-8_32

Nota. Elaboración propia.

Asimismo, en la siguiente tabla se muestra la relación entre artículos científicos y herramientas de la revisión literaria realizada:

Tabla 4 Herramientas principales de la revisión literaria

HERRAMIENTAS	RESEARCH	JIT	LEAN	KANBAN	KAIZEN	VSM	E-KANBAN	ERP	IoT	MICROSOFT	GREEN PRACTICES
P1	X					X					
P2			X								
P3			X		X						
P4		X						X			
P5			X		X	X					
P6							X		X	X	
P7			X			X					X
P8	X		X								
P9			X				X				
P10				X	X						
P11						X					
P12			X		X						
P13	X										
P14				X							
P15	X			X							

Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar, la herramienta o metodología más aplicada en los artículos revisados es *lean* y como consecuencia, sus herramientas derivadas como lo son VSM, Kanban y Kaizen. En algunos casos, combinando las mismas herramientas para generar sinergias entre las mejoras.

En la sección siguiente, se presenta el estado del arte con los puntos más importantes resaltados por los autores, así como los hallazgos en sus casos de éxito.

2.2. Revisión de la literatura

El sector de la automoción ha experimentado cambios relevantes desde su creación, principalmente motivados en la búsqueda de sostenibilidad, eficiencia e innovación. A nivel global, la industria automotriz evidencia un crecimiento significativo en la demanda de producción debido a una amplia base de consumidores. Este incremento constante en la demanda de productos automotrices ha intensificado la competencia en varias dimensiones de eficiencia y excelencia. (Deokar et al., 2019)

La gestión de la cadena de suministro en el sector de automoción está caracterizada por la complejidad y su necesidad de sincronizar los múltiples agentes de la cadena. La literatura señala que una gestión efectiva y eficiente de la *supply chain* es un factor crítico de éxito en el sector. Es necesaria la integración de comunicación efectiva entre los proveedores y fabricantes para satisfacer las necesidades del mercado en constante evolución. La variabilidad de la demanda presenta un desafío recurrente en el sector automotriz. Esta variabilidad puede generar ineficiencias operativas como la escasez de piezas, el exceso de inventario y la sobreproducción. (Pereira et al., 2024)

Después de la segunda guerra mundial, Toyota desarrolló un innovador sistema de fabricación inicialmente conocido como *Toyota Production System* (TPS) y luego evolucionó como *Just-in-time* (JIT), y finalmente como producción esbelta en 1990. Luego, en el año 1988, se acuñó el término “lean”. El concepto *lean* busca producir más con menos recursos, enfatizando la eliminación de desperdicios en las plantas de fabricación industrial (Deokar et al., 2019; Li et al., 2018; Sangwa & Sangwan, 2023)

La producción esbelta se define como un enfoque que se utiliza para acortar el tiempo entre pedidos y entregas mediante la eliminación del muda (desperdicio) durante la producción. En la literatura, también se señaló que *lean* es un enfoque de mejora continua que se focaliza en la identificación y eliminación de actividades sin valor añadido. Estos conocimientos inicialmente se enfocaron en la industria de bienes, sin embargo, actualmente es aplicable a los servicios (Sangwa & Sangwan, 2023). Además, la producción esbelta se puede denominar una filosofía que depende de una combinación de prácticas, como, por ejemplo, el mantenimiento productivo total (TPM), la gestión de la calidad total (TQM), las 5S, el SMED, el análisis de modos de fallo y efectos (FMEA), despliegue de la función de calidad (QFD), Kaizen, Kanban, y el VSM (Deokar et al., 2019; Li et al., 2018).

El *Value Stream Mapping* (VSM) es una representación visual e informativa de un proceso con el objetivo de identificar actividades de valor añadido y de las que no agregan valor para determinar cómo eliminarlas o reducirlas (Li et al., 2018). Esta herramienta, se ha utilizado en varias industrias de manufactura y servicios, incluyendo alimentos, metales, cerámica, extracción de *commodities*, electrónica, salud entre otros. Además, el VSM es conocido por ser una herramienta que ayuda a identificar las áreas de bajo rendimiento. Sin embargo, en la literatura se indica que es una herramienta de mejora para líneas de producción con una familia de productos similares. Puede ser de difícil aplicación en entornos complejos con líneas de ensamblaje con varias configuraciones de producto final o con amplia variedad de componentes. En la literatura, la aplicación del VSM para líneas de ensamblaje es desafiante debido a la complejidad y fusión de flujos, complejidad de la *Bill of Materials* (BOM) y variedad de productos finales. Sin embargo, algunos investigadores mediante su aplicación se centran y logran resultados exitosos en la reducción de inventario (Zhu et al., 2020). Asimismo, las mejoras de los *kaizens* propuestos en el VSM reflejan cambios positivos en la productividad y eficiencia de la línea de ensamblaje, al reducir el tiempo de ciclo, eliminar movimientos innecesarios, minimizar el transporte, disminuir defectos, reducir tiempos de espera y optimizar el inventario en proceso (WIP)(Sangwa & Sangwan, 2023). En entornos de fabricación, la implementación del VSM resulta en una reducción significativa del tiempo de ciclo, al mismo tiempo que incrementa la productividad mediante la eliminación de diversos tipos del muda y cuellos de botella. Aunque es imposible alcanzar una eficiencia completa en cualquier proceso y algunos desperdicios no pueden ser completamente eliminados mediante la manufactura esbelta, los resultados obtenidos son positivos (Deokar et al., 2019). En un caso de estudio sobre una línea de ensamblaje, la utilización del VSM permite identificar diferentes formas de desperdicio. Esto incluye inventarios, movimientos, trabajo en proceso, retrasos, entre otros. A través de una herramienta de visualización se logró mitigar los desperdicios y sugerir métodos apropiados de eliminación o minimización (Kiran, 2022).

Asimismo, para implementar *Lean* con éxito, es crucial contar con la participación del capital humano y el respaldo de la alta dirección, además de una capacitación adecuada. El *Kaizen*, es una metodología de mejora continua que ha sido adoptada globalmente por su versatilidad con herramientas de eliminación de desperdicios. No obstante, mantener los beneficios de *Kaizen* a lo largo del tiempo es un reto para las

empresas. La literatura sugiere que no existe una combinación uniforme de factores que asegure el éxito de los programas de mejora continua (Kumar et al., 2018). Un evento *kaizen* es una serie de reuniones realizadas en distintos días, en las cuales, personas de diversos niveles dentro de una organización aportan ideas para abordar un problema en específico. La estandarización de estos eventos facilita que el equipo permanezca alineado a los problemas identificados (Alcaraz et al., 2021).

Por otro lado, otra de las principales herramientas en la manufactura esbelta para minimizar el desperdicio es el Justo a Tiempo (JIT). Su concepto implica que los materiales se entregan únicamente cuando son requeridos, lo que elimina la necesidad de mantener inventario. Esto garantiza que los materiales estén disponibles en el lugar y momento precisos, y al reducir el almacenamiento de inventario, también se reducen los costos (Mahendran et al., 2018). Asimismo, las aplicaciones ERP pueden mejorar significativamente la implementación de la metodología JIT y sus herramientas respectivas en el entorno de fabricación. (Erkayman, 2018) La literatura, muestra que en algunos escenarios el JIT es aplicable obteniendo un stock a nivel cero.

Otra técnica efectiva para gestionar el flujo de materiales en la industria de manufactura es la herramienta *Kanban*. Originalmente, este es un sistema de señalización visual que brinda control en la producción y el movimiento de existencias para alinear la oferta y la demanda, minimizando desperdicio y mejorando la eficiencia de la operación (Pereira et al., 2024; Simić et al., 2021). Actualmente, la literatura muestra la evolución de este sistema en el *e-Kanban* que presenta una amplitud de ventajas sobre el modelo tradicional. Entre ellas, la mejora de la visibilidad de la producción y los stocks, la mitigación de variabilidad de producción y la definición de prioridades (Romeira et al., 2021). En un caso de estudio sobre la aplicación del *e-kanban* y el sector automotriz se introdujo esta herramienta enfocada a resolver problemas asociados con la definición de prioridades, los niveles de inventario y la sincronización de las líneas de producción. Esta herramienta logro reducir los stocks en 19% y la inversión en 22%. (Romeira et al., 2021)

La literatura indica que el Kanban es una herramienta consolidada en la manufactura esbelta, diseñada para gestionar el flujo de materiales en un sistema de producción *pull* mediante el uso de señales visuales o tarjetas de circulación entre diferentes estaciones de trabajo. Con la transición de la industria de la cadena de suministro hacia la era de la Industria 4.0, este sistema de señales ha sido reformulado para integrar nuevas tecnologías, aprovechando las ventajas que ofrece el Internet de las

Cosas (IoT). El e-Kanban, en este contexto, responde eficazmente a diversos desafíos industriales, incluyendo la mejora de la satisfacción del cliente, la comunicación y la capacidad de innovación (Idris et al., 2020). En la investigación de Idris et al, se desarrolló un modelo de Kanban empleando Microsoft Excel para visualizar los datos de fabricación. La adopción del sistema Kanban para la gestión del suministro de materias primas entre el almacén y la producción mejora la eficiencia. Facilita la gestión de la información de manera eficiente, automatiza los pedidos de materiales, y permite la estandarización de las rutas de suministro. Este sistema elimina las interrupciones en la producción causadas por retrasos en el suministro, incrementa la productividad del personal del almacén y mejora la utilización de la capacidad productiva y de transporte (Candea & Gabor, 2024).

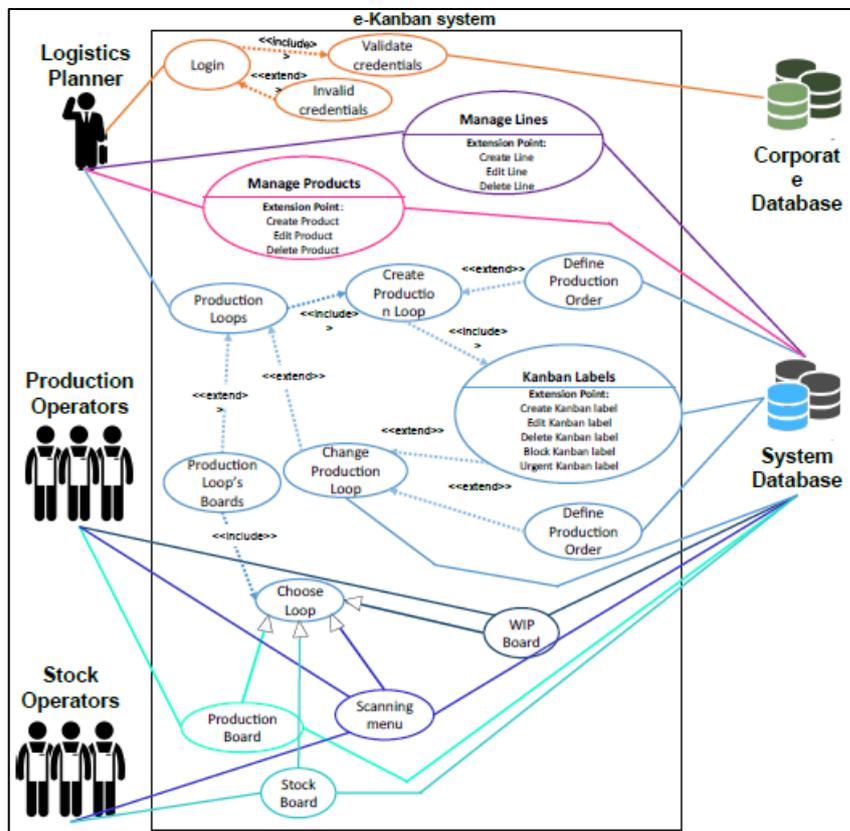
Por último, una integración crucial al sector es la utilización extensiva de plásticos para algunos de los componentes. Este material ofrece muchas ventajas correspondientes a las necesidades en la construcción de automóviles modernos que buscan eficiencia y un buen diseño. Debido a su relación resistencia-peso, los plásticos surgen como una alternativa clave a los materiales tradicionales, contribuyendo en la reducción del peso total del coche y mejorando la eficiencia de combustible. Asimismo, su gran capacidad para ser moldeados en formas y tamaños diferentes, permiten a los productores de automóviles mejorar sus diseños y satisfacer la demanda de los consumidores por estilo y funcionalidad (Abedsoltan, 2024). Para la presente investigación, en las secciones posteriores se explicará el caso de estudio sobre una empresa manufacturera de componentes plásticos para el sector automotriz cuyo objetivo es la búsqueda de la mejora en la eficiencia operativa a través de la adopción de herramientas lean.

2.3. Casos de Éxito

Caso de éxito 1

- Título: Development and Application of an e-Kanban System in the Automotive Industry (Romeira et al., 2021)
- Sector: Automotriz.
- Herramienta: E-Kanban y Excel
- Resultados: 19% de reducción en stocks.

Figura 3 Funcionamiento E-Kanban



Nota. Adaptado de *Development and Application of an e-Kanban System in the Automotive Industry*, Romeira et al., 2021.

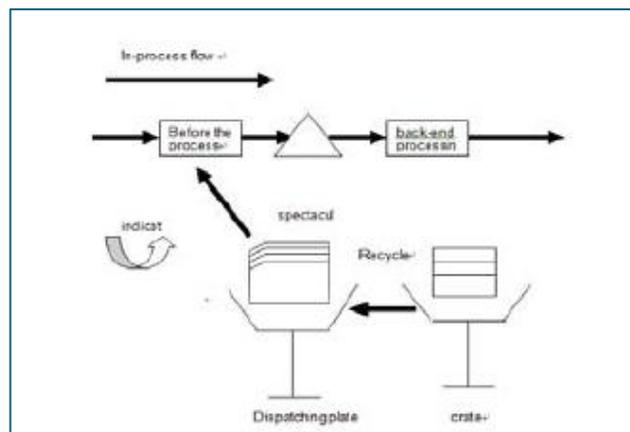
En esta investigación, los autores desarrollan un E-kanban calibrado por un aplicativo y obtuvieron las siguientes conclusiones, se observó que los problemas relacionados con la pérdida de etiquetas Kanban son eliminados por la digitalización. Además, es posible un control en tiempo real de la cadena de valor interna de los componentes. Por último, la distribución uniforme de los stocks permite mitigar los

impactos de las fluctuaciones en la demanda y facilita el sincronismo entre las líneas de producción de los diferentes procesos.

Caso de éxito 2

- Título: Research on Overall Improvement of Production Efficiency: A Case Study Based on Value Stream Mapping Analysis in Automobile Decoration Products (Li et al., 2018)
- Sector: Automotriz
- Herramienta: VSM, KANBAN y JIT.
- Resultados: Reducción del *Lead Time* de 40.24 días a 15,67 días y *stock level* de 166,000 to 8,300 piezas.

Figura 4 Funcionamiento de Kanban en VSM



Nota. Adaptado de *Research on Overall Improvement of Production Efficiency: A Case Study Based on Value Stream Mapping Analysis in Automobile Decoration Products*, Li et al., 2018.

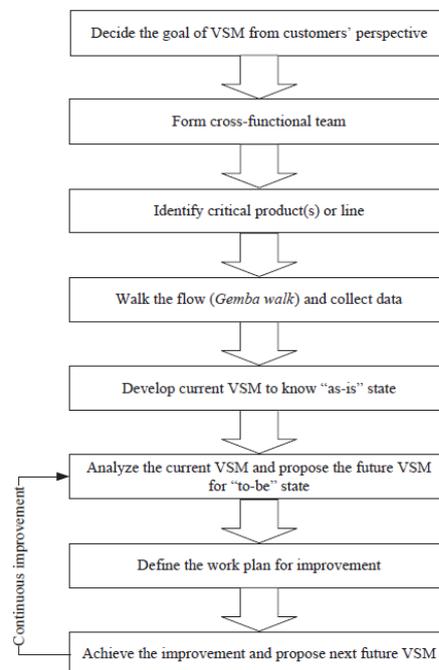
Esta investigación tomó una práctica basada en un caso en la industria de fabricación de productos de decoración automotriz. Se aplicó el VSM para identificar los problemas en el área de producción. Luego, la tasa de balance de la línea, el trabajo en proceso (WIP), la ruta de manipulación y la utilización del personal fueron reconocidos oportunidades de mejora con amplio potencial. Los investigadores concluyen que el uso del análisis del diagrama de flujo de valor ha mejorado el área de producción,

incrementando la eficiencia de las actividades, así como también la conservación de recursos, y la premisa de reducir los inventarios y aumentar la capacidad de producción.

Caso de éxito 3

- Título: Leanness assessment of a complex assembly line using integrated value stream mapping: a case study (Sangwa & Sangwan, 2023)
- Sector: Automotriz
- Herramienta: VSM y Kanban.
- Resultados: Reducción del inventario WIP de 7,56 a 2,69 días. Asimismo, la productividad aumento de 45 pz/hr to 51 pz/hr.

Figura 5 Implementación VSM



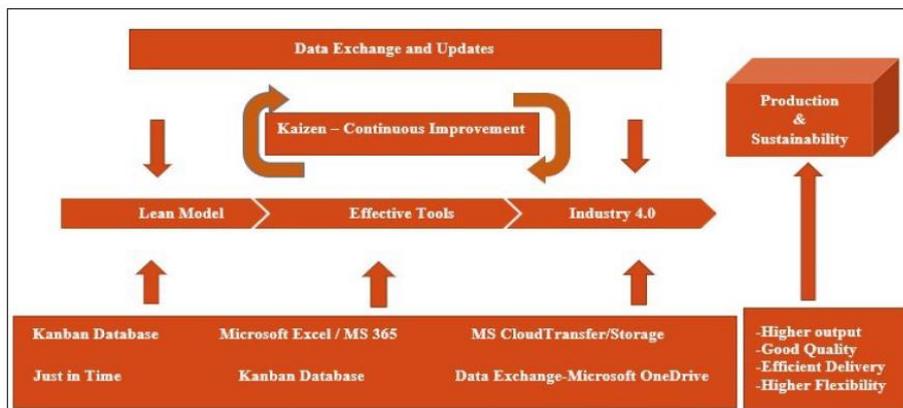
Nota. Adaptado de *Leanness assessment of a complex assembly line using integrated value stream mapping: a case study*, Sangwa & Sangwan, 2023.

Según los autores, el VSM integrado redujo el tiempo de ciclo, las actividades que no agregan valor, el inventario WIP y mejoró la eficiencia de la línea de producción incrementando la tasa de productos por hora de trabajo para dos familias de producto de manera simultánea.

Caso de estudio 4

- Título: E-Kanban Hybrid Model for Malaysian Automotive Component Suppliers with IoT Solution (Idris et al., 2020)
- Sector: Automotriz.
- Herramienta: E-Kanban y Excel
- Resultados: Cualitativos. Reducción de nivel de inventario y aumento de productividad.

Figura 6 Implementación E-Kanban CE4



Nota. Adaptado de *E-Kanban Hybrid Model for Malaysian Automotive Component Suppliers with IoT Solution*, Idris et al., 2020.

Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar el modelo Kanban utilizando Microsoft Excel para visualizar los datos de producción mediante la creación de la tarjeta electrónicas. Posteriormente, se enviará a una base de datos en la aplicación de Microsoft OneDrive y actualiza el Kanban mediante herramientas de interfaz gráfica de usuario (GUI). Esto refleja una mejora en la cadena de suministro en la industria de componentes automotrices, optimizando la planificación de materiales, la preparación de piezas y la inspección.

3. Caso de estudio

En este capítulo se realiza un análisis detallado de los aspectos logísticos clave dentro de la empresa objeto de estudio, iniciando con una descripción de esta, en la que se exploran su estructura organizativa, actividades principales y posición en el mercado. Seguidamente, se introduce la herramienta de VSM, empleada para identificar y reducir desperdicios en los procesos, asimismo, esta permitirá evaluar el estado actual de los procesos de la empresa y los potenciales puntos de mejora. Posteriormente, se analiza la implementación del sistema Kanban como una metodología de producción *pull* que busca mejorar la eficiencia operativa mediante la gestión visual y el control de inventarios con medios electrónicos y utilización del ERP. Finalmente, se examina el proceso de aprovisionamiento, para exponer sus restricciones y cómo influye en la capacidad de la empresa para responder de manera ágil frente a las fluctuaciones de la demanda. Este análisis integral proporciona una base sólida para proponer mejoras en la gestión logística de la empresa.

3.1. Descripción de la empresa

La empresa OPMOBILITY se presenta en esta ocasión para el caso de estudio. A continuación, se describirán puntos relevantes de la empresa como lo son su historia, sus pilares, su organización, sus proyectos y la planta de producción en la cual se llevará a cabo la mejora.

Con una trayectoria que abarca cuatro generaciones de fabricantes, OPMOBILITY representa plenamente la pasión emprendedora. A lo largo de su historia, la empresa ha combinado el espíritu empresarial con un riguroso enfoque financiero y ha enfrentado desafíos tanto en la manufactura como en el ámbito humano, todo con el objetivo de continuar avanzando, innovando y liderando la transformación en la industria automotriz desde 1946.

OPMOBILITY es una multinacional que se dedica al desarrollo de la movilidad sostenible, ofreciendo a sus clientes tecnologías innovadoras que impulsan la revolución automotriz segura y eco amigable. La empresa cuenta con 40.300 trabajadores, 40 laboratorios de desarrollo e investigación y 152 plantas en 28 países a lo largo del mundo. Sin embargo, en sus inicios la empresa se dedicaba a la fabricación de piezas exteriores

de automóviles fabricadas de plástico. Su creador se motivaba por la eficiencia que se gana al tener un automóvil menos pesado y con las mismas características de aerodinámica y diseño. En este caso de estudio, se enfocará la mejora en una planta cuyo *core business* es la fabricación de *bumpers* de serie y de recambios para un cliente de alto reconocimiento a nivel mundial por la automatización de la línea de ensamblaje. En España existen 5 plantas de fabricación. OPMOBILITY tiene presencia en Valencia, Barcelona, Navarra, Ávila y Vigo. De manera resumida, los procesos principales de estas plantas se componen de proceso de inyección, proceso de pintura, montaje final y distribución mediante secuencia JIT o envíos internacionales.

La nave industrial de valencia se construyó en 1996, posee un área de 33.286 metros cuadrados, con una capacidad para 6.000 bumpers al día con 3 shifts y producción de MW de energía fotovoltaica. Esta empresa tuvo varios hitos desde su creación, así como cambios de nombre de acuerdo con la dirección estratégica de la empresa, registrando en este año 2024 su nueva marca dirigida a la movilidad sostenible en el sector automotriz.

PROYECTOS

A continuación, se puede observar la evolución de los proyectos que han sido producidos en esta planta ubicada en Valencia, como se observa posee un claro principal cliente; sin embargo, la diversificación es parte de sus desafíos y en los últimos años ha incursionado como proveedor de otras marcas protagonistas del sector. Esta línea temporal destaca la capacidad de OPMOBILITY como proveedor para adaptarse a las demandas del mercado y su consolidación como la opción uno en su relación con los reconocidos fabricantes de automóviles.

Figura 7 Timeline de Proyectos

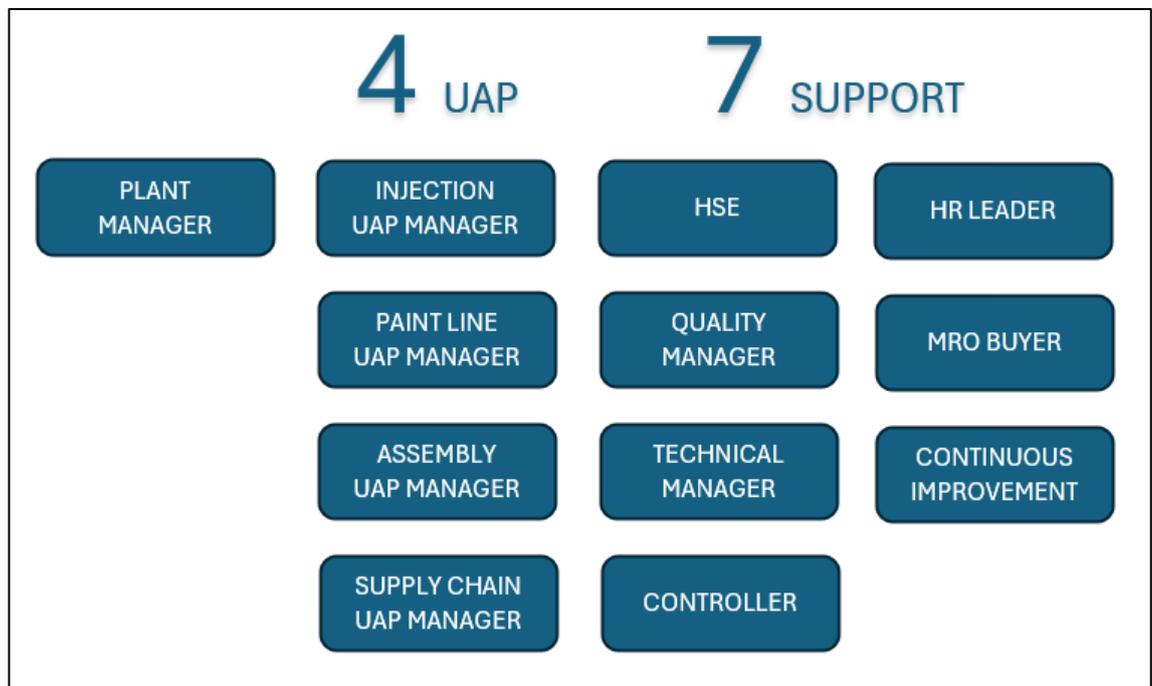


Nota. Adaptado de OPMOBILITY, 2024.

ORGANIGRAMA

La organización destaca por su enfoque de inclusión femenina en puestos de dirección. El 33% de las posiciones clave en Valencia están ocupadas por mujeres con roles fundamentales. Este enfoque promueve un entorno de trabajo inclusivo y equitativo, alineado con los principios sociales y empresariales.

Figura 8 Organigrama Nivel 2



Nota. Adaptado de OPMOBILITY, 2024.

Otro punto relevante son las certificaciones que OPMOBILITY tiene por ofrecer estándares internacionales con el objetivo común de establecer, mantener y evolucionar los procesos de la organización para mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad de sus productos. Estas certificaciones facilitan la consecución de la excelencia operativa, entre ellas se tienen:

QUALITY SYSTEM

- IATF-16949: Se encarga de la definición de los requisitos del sistema de gestión de la calidad para la industria automotriz con un enfoque de mejora continua (SI IATF 16949, 2021).

- **Ford-Q1 Certification:** Es una certificación otorgada por Ford a proveedores que cuentan con eficiencia en la producción y altos estándares de calidad.
- **Renault-ASES Certification:** Certifica a proveedores que cumplen con los estándares de calidad de la alianza Renault-Nissan-Mitsubishi.

HSE (Health, Safety, Environment)

- **ISO 14001:** Establece los lineamientos no negociables para un sistema de gestión ambiental, optimizando el desempeño ambiental con regulaciones legales (ISO, 2024).
- **ISO 45001:** Proporciona las normas para sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, creada para prevenir accidentes y enfermedades laborales (ISO, 2024).
- **ISO 50001:** Brinda un marco que busca optimizar el rendimiento energético (ISO, 2024).

Proceso de producción para los *bumpers*

En OPMOBILITY se llevan a cabo actividades que incluyen la inyección, pintado y ensamblaje de componentes plásticos para automóviles. La producción de estas piezas sigue un flujo que comienza con el almacenamiento de la materia prima. Luego, los polímeros son inyectados mediante un proceso de extrusión. Posteriormente, las piezas son almacenadas en espera de ser pintadas en un almacén automático. Finalmente, se trasladan al área de montaje, donde se integran varios componentes antes de ser enviadas al cliente final.

La producción de piezas plásticas por inyección se realiza utilizando máquinas inyectoras con capacidades adecuadas para el material, y los moldes se solicitan de acuerdo con los estándares de diseño del cliente. El proceso comienza con el acondicionamiento de la granza de plástico, que luego se introduce neumáticamente en las inyectoras, donde se fabrican las piezas. Estas piezas luego pasan por un proceso de pintado o acabado, dependiendo del tipo de pieza requerida.

Materia Prima

La materia prima se almacena inicialmente en silos situados fuera de las áreas de producción, desde donde se traslada a silos intermedios para ser secada y eliminar la

humedad residual. Posteriormente, es transportada a las máquinas de inyección mediante un sistema de aspiración.

Inyección

Durante el proceso de inyección, la materia prima se funde y se inyecta automáticamente en moldes que definen la forma de cada pieza. La planta cuenta con 13 máquinas inyectoras de distintas capacidades, que varían desde 1300 hasta 3200 toneladas, permitiendo la fabricación de piezas de diferentes tamaños. Se acompaña la instalación de brazos mecánicos que extraen la pieza del molde hacia un corto conveyor.

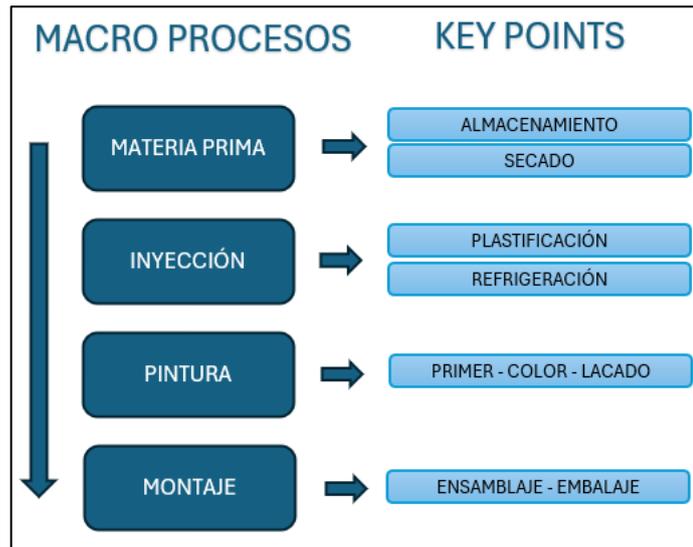
Pintura

En cuanto al pintado, las piezas siguen una política de inventario de "Primero en Entrar, Primero en Salir" (FIFO) y se distribuyen entre dos instalaciones de pintura: *Main Line* y *New Tech*. Se acompaña la instalación de brazos mecánicos con aerosoles que expulsan de primer, pintura y laca.

Montaje

Finalmente, las piezas de plástico pintadas se ensamblan en cunas de montaje especializadas. Este proceso comienza con la solicitud de las piezas necesarias al almacén automático, tras lo cual se montan todos los componentes en las estaciones de ensamblaje correspondientes. Los paragolpes ensamblados son revisados y preparados para su envío al cliente mediante un sistema de transporte interno hacia el cliente (conveyor) o si es un recambio, mediante transporte por carretera.

Figura 9 Flujograma de Procesos



Nota. Adaptado de OPMOBILITY

Esta investigación, se centrará en el proceso de producción de piezas de recambios. En las secciones posteriores, se detallará con mayor profundidad los procesos de los *bumpers* enviados como recambios y su componente crítico.

BUMPER DE SERIE

Figura 10 Bumper de Serie



Nota. Elaboración propia

HOLDERS

Figura 11 Pallet de Holders



Nota. Elaboración propia

Figura 12 Holders Embalados



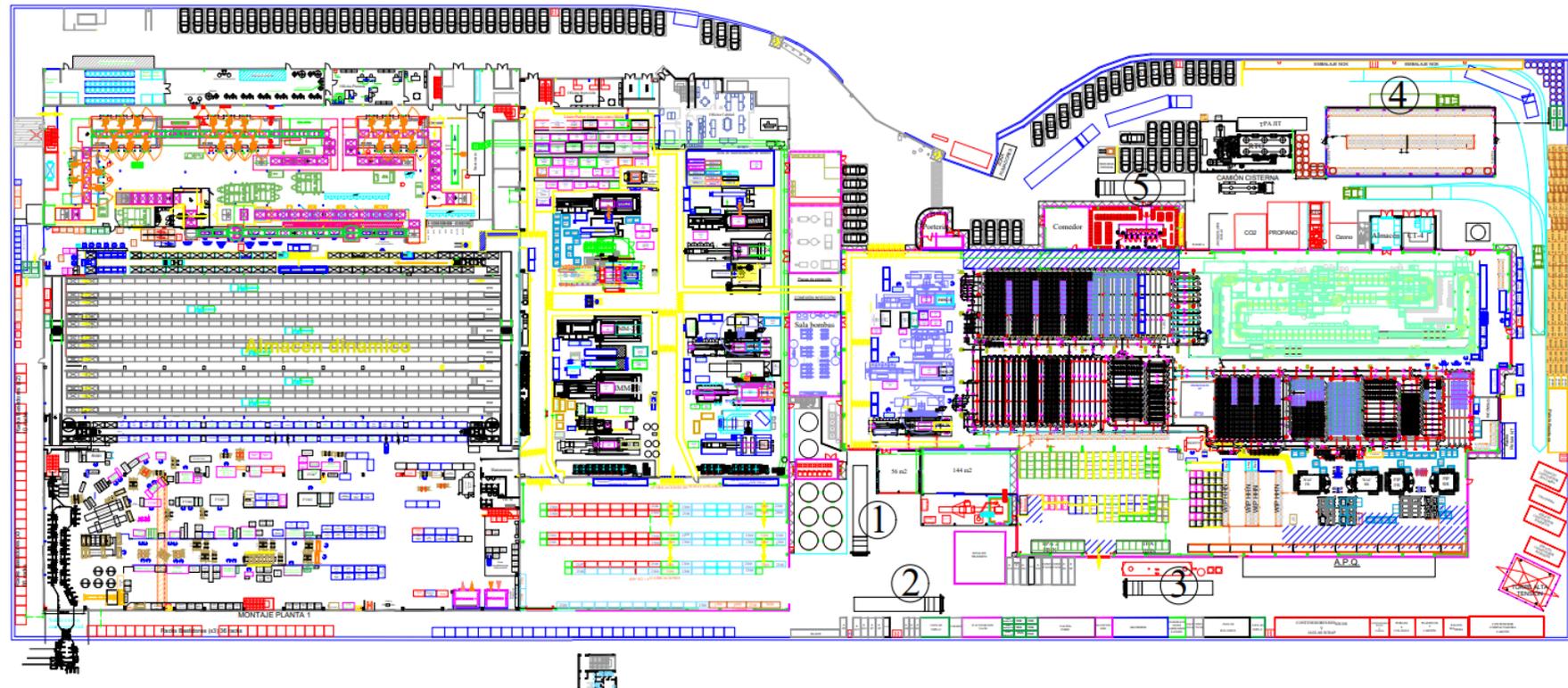
Nota. Elaboración propia

LAYOUT

La planta cuenta con un área de 79.520 m², en la parte de los exteriores, la empresa utiliza ese espacio para almacenar contenedores retornables de cliente resistentes al agua. Asimismo, en zona media de la izquierda, se encuentra el almacén automático. Debajo de ella, se encuentran las dos plantas de montaje y el conveyor a cliente. En la parte superior del AA, está la instalación de pintura main line. Por último, en la parte de la derecha, se encuentra la nave asignada a proyectos de otros clientes y la línea de pintura new tech.

Figura 13 Layout de planta

VALENCIA

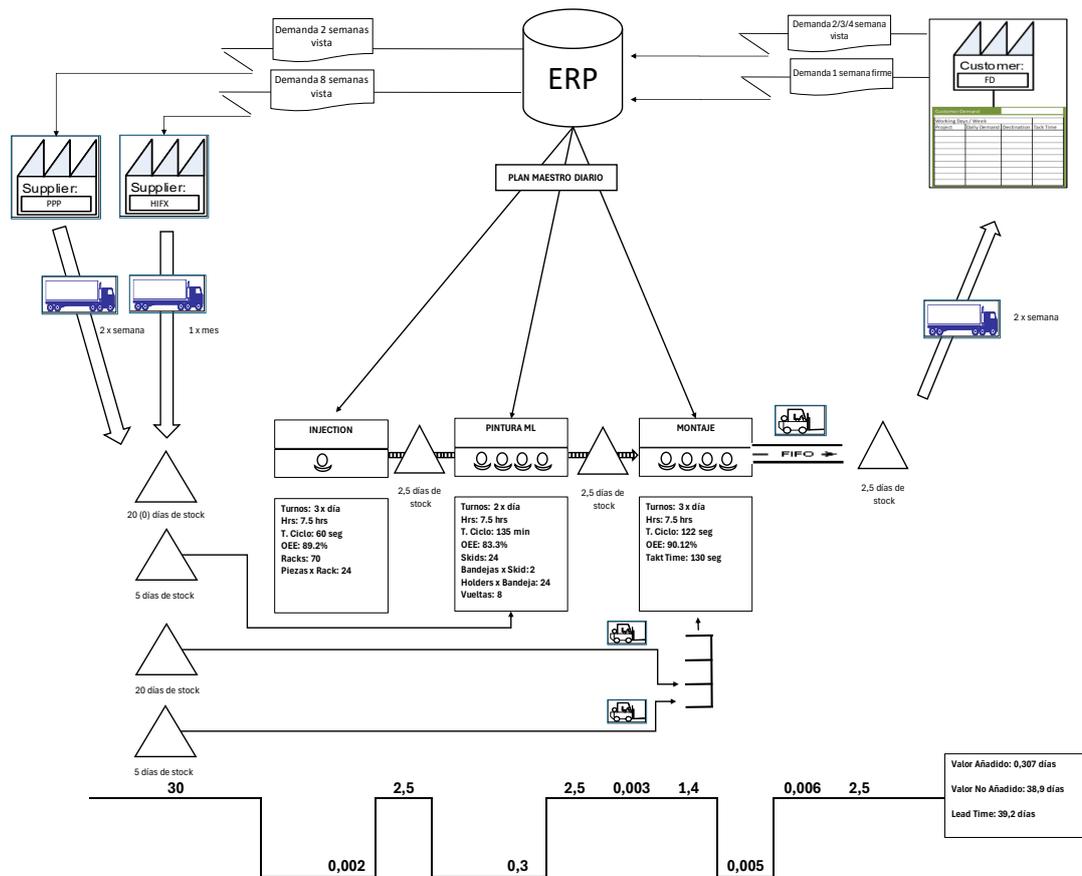


Nota. Adaptado de OPMOBILITY, 2024.

3.2. Value Stream Mapping

Para la construcción del VSM sobre el caso de estudio, se tuvo que construir 2 diagramas que conectan mediante el ingreso del componente clave a través de los stocks WIP.

A continuación, se puede observar el VSM de la pieza final y una breve descripción:

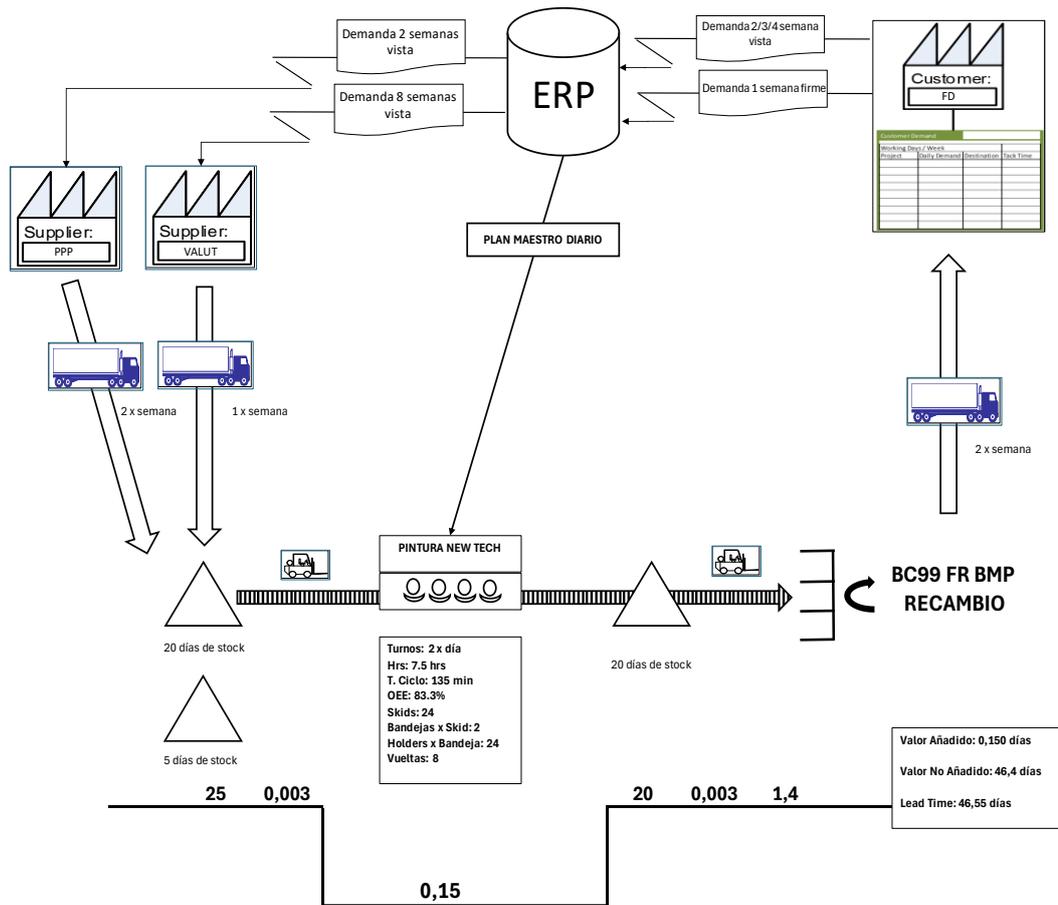


Nota. Elaboración propia.

Como se observa, el VSM inicia mediante el envío de información electrónica de parte del cliente. Este brinda un firme de 1 semana y una vista de *forecast* de entre 2 a 4 semanas. Luego, en base a los datos obtenidos el ERP manejado por el planificador materiales y el planificador maestro emite órdenes de compra y ordenes de producción respectivamente. Posterior a ello, en la parte inferior se observa la secuencia interna del proceso desde los almacenes hasta la etapa del proceso que continua mediante un flujo

push hasta la zona de expediciones que trabaja mediante *pull* y *fifo* puesto que se determina por los requerimientos del cliente. En la parte inferior se visualizan los tiempos de las operaciones de valor añadido (VA) y de las de valor no añadido (VNA). Obteniendo un tiempo de VA de 0,152 días y VNA de 38,9 días, y un LT de 39,0 días.

Asimismo, se realizó un segundo VSM enfocado al componente crítico de esta clase de recambio:



Nota. Elaboración propia.

Como se observa, la parte superior del diagrama es similar al modelo del producto final, sin embargo, en la parte media se observa la secuencia interna del proceso de pintura desde los almacenes hasta la petición de montaje para montar el *holder*. En la parte inferior se visualizan los tiempos de las operaciones de valor añadido (VA) y de las de valor no añadido (VNA). Obteniendo un tiempo de VA de 0,150 días y VNA de 46,4 días, y un LT de 46,55 días.

3.3. Proceso de Aprovisionamiento

El caso de estudio actual se focalizará en el aprovisionamiento de una familia de piezas críticas (*holders*) para el proceso de montaje final de los *bumpers de recambios* (pieza de cliente) en la empresa OPMOBILITY. El proceso inicia con la revisión de la previsión de demanda enviada mediante intercambio electrónico de datos (EDI) entre el cliente final y la empresa OPMOBILITY. Seguidamente, si un *holder* inyectado posee menos de 20 días de cobertura se procede a colocar los pedidos al proveedor de *holders* a través del ERP, y se envían mediante EDI; si el *holder* es pintado, se procede a planificar la producción de pintura. Es importante mencionar que el proveedor ocho semanas laborales de pedidos en firme y que los pedidos se colocan de manera que siempre se tenga una entrega a la semana. Luego de colocar los nuevos pedidos, se revisan los pedidos pendientes de todas las referencias y se debe procesar la transacción de órdenes de reposición para guardar los cambios realizados y luego se debe abrir la transacción de actualización electrónica para enviar el EDI tanto al proveedor de *holders* como al operador logístico que transporta las piezas desde Alemania, hasta la planta de Valencia con un lead time de una semana laborable. En caso se requiera un envío urgente se deberá confirmar con el proveedor si cuenta stock disponible para organizar una recogida con un transporte externo mediante grupaje, el lead time es de 2 días laborables con un coste de 60 euros en promedio por bulto. En la fecha de llegada, se deberá recepcionar los *holders* mediante el ERP con los datos del albarán. Por último, se procede a almacenar en la estantería en su ubicación definida. Para ello, se escanea con la PDA el código de barras y te brinda la ubicación correspondiente en la pantalla, entonces el carretillero se dirige hacia la ubicación y escanea la etiqueta de la estantería, regulariza y confirma la operación; seguidamente coge la caja del pallet y la coloca en la ubicación. En caso sean *holders* provenientes de pintura (subproceso interno), el carretillero se dirige hacia la zona de descarga de pintura y luego se moviliza y escanea la etiqueta de la estantería y confirma la operación; seguidamente coje la caja del pallet y la coloca en la ubicación.

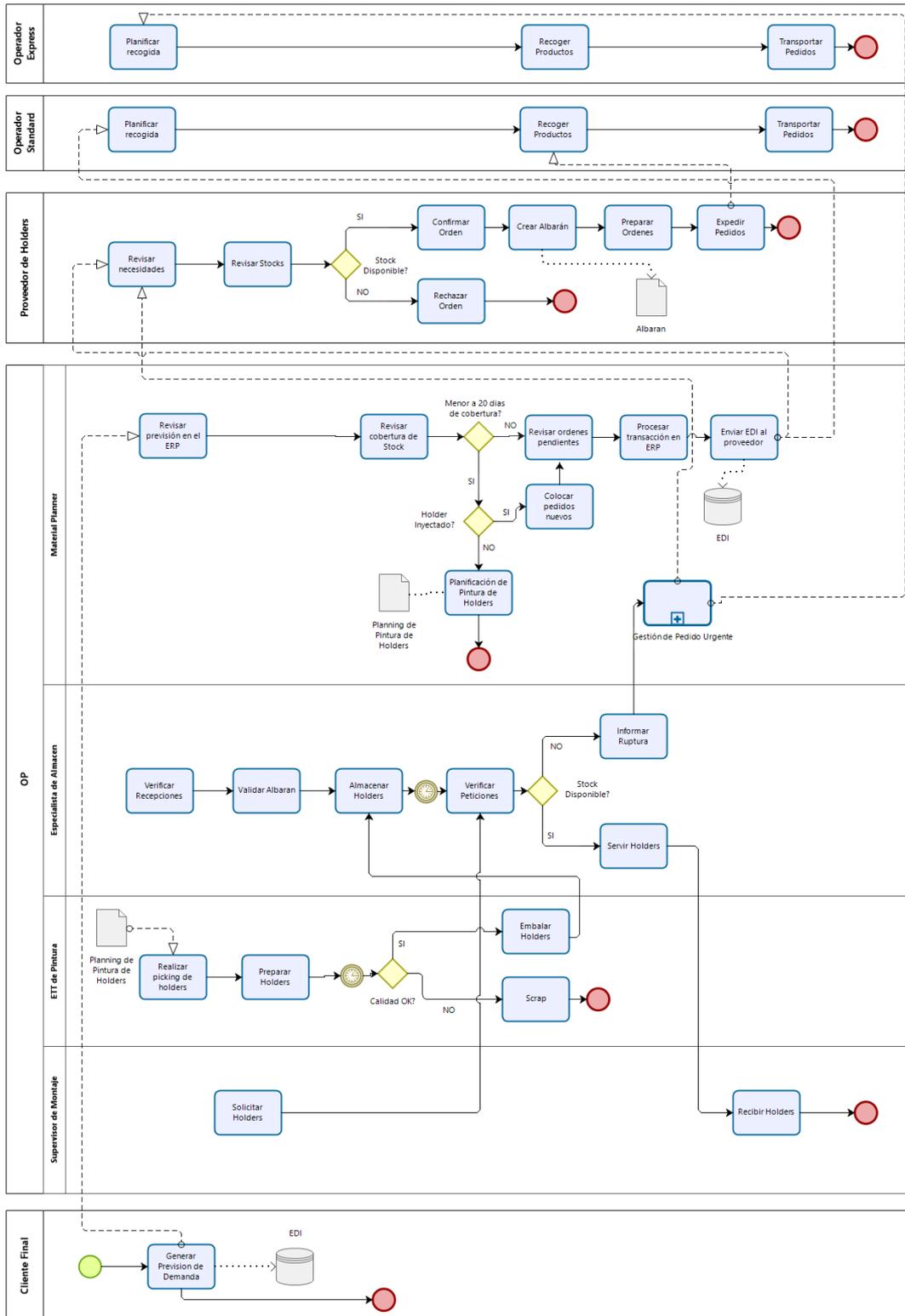
Por otro lado, desde el almacén de logística se sirven los *holders* al área de montaje dependiendo del consumo. Es decir, un carretillero sirve la caja completa (72 unidades) desde almacén cuando recibe la petición de *holders* desde montaje; en caso no tenga stock

deberá informar de una ruptura. Entonces, el traslado y consumo de cada *holder* colocado en cada *bumper* se descuenta al ERP.

En un proceso paralelo, para el pintado de *holders* la ETT contratada para la carga y descarga inicia sus actividades recibiendo el *planning de pintura* y realizando el *picking* de las piezas, posterior a ello prepara las bandejas y luego visualmente si la producción es OK se embala y declara las piezas. En caso contrario, realiza un *scrap* de las piezas mediante el ERP. Cabe destacar, que la ETT, cuando realiza el *picking* no lo registra en el sistema ERP.

MEJORA EN LA GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO DE PIEZAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTES ASOCIADOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL EN VALENCIA

Figura 14 Flujograma del Proceso de Aprovisionamiento



Nota. Elaboración propia.

3.3.1. Indicadores

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{Stock de las existencias}}{\text{Consumo diario}}$$

Stock de las existencias: Se refiere a la cantidad de piezas almacenadas de cada referencia de la familia de los *holders*.

Consumo diario: Se refiere a la cantidad promedio de unidades de *holders* que se montan diariamente.

Cobertura Óptima: 10-12 días laborables

$$\text{Valoración de Stock} = \sum \text{Precio unitario} \times \text{Stock de las existencias}$$

Precio unitario: Es el valor por unidad de un producto o servicio.

Stock de las existencias: Se refiere a la cantidad de piezas almacenadas de cada referencia de la familia de los *holders*.

Valoración óptima de Stock: 45 mil euros

$$\text{Lead Time} = \sum VA + \sum VNA$$

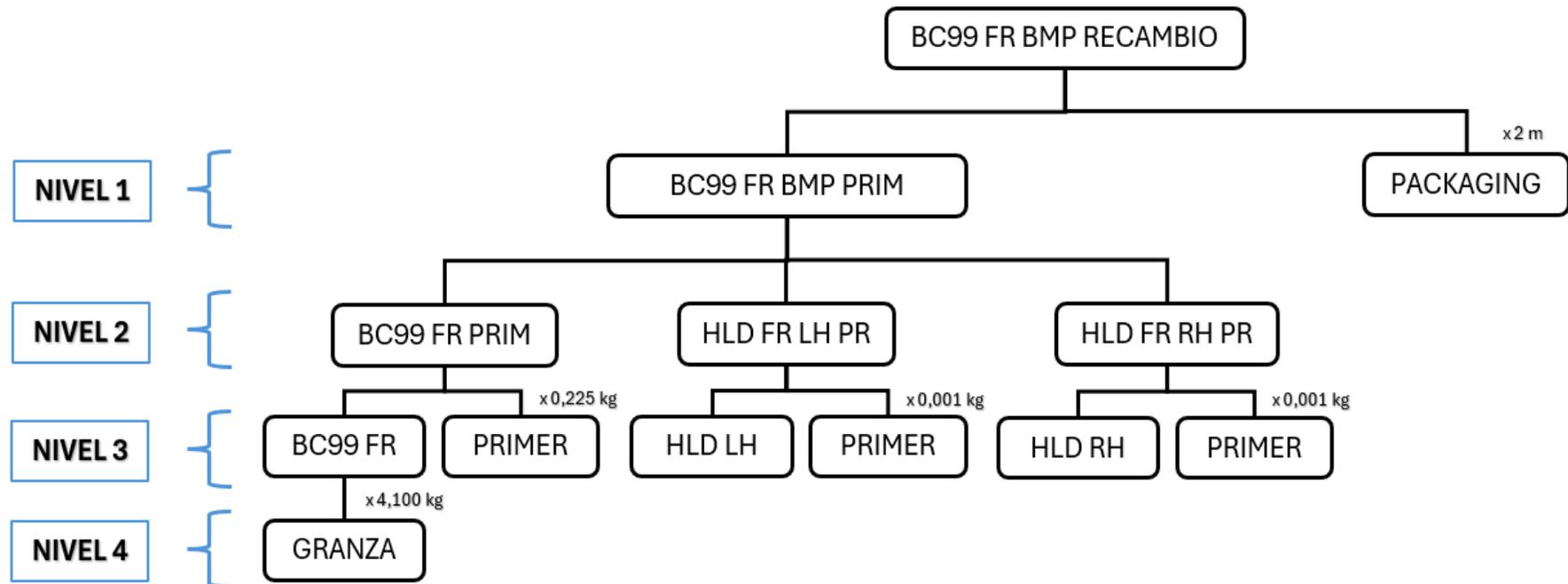
Valor añadido (VA): Se refiere al tiempo de proceso en el cual se añade valor al bien fabricado. Es decir, los procesos de transformación que el cliente valora.

Valor no añadido (VNA): Se refiere al tiempo de proceso en el cual no se añade valor al bien fabricado. Es decir, los procesos que tienen un coste, pero no añaden beneficio.

Valoración óptima: 35 < días laborables

3.3.2. Bill of Materials

A continuación, se muestra la BOM del producto con mayor demanda dentro de la familia más relevante de recambios.



Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar, esta BOM sobre el *bumper* de recambio posee 4 niveles. En el nivel 1, se visualiza lo que sería el *bumper* troquelado imprimado en conjunto con su bolsa de *packaging*. Luego, en el nivel 2, el *bumper* troquelado imprimado se compone del *bumper* imprimado sin troquelar más los *holders* de ambas manos (LH y RH). En el tercer nivel, se tiene lo que sería la pieza inyectada *del holder* o del *bumper* más el primer en su respectivo gramaje. Por último, para la pieza inyectada del *bumper* se tiene el cuarto nivel con la materia prima que es la granza en su respectivo gramaje por pieza.

A continuación, la BOM con sus respectivos pesos y unidades por pieza terminada:

Nv.	Obj	Texto breve-objeto	Cantidad	UM
1	50151073	PACKAGING	1,000	UN
1	50150968	BC99 FR BMP PRIM	1,000	UN
1	50150968	<i>BC99 FR BMP PRIM</i>	0,000	
2	50150202	BC99 FR PRIM	1,000	UN
2	50167054	HLD FR LH PR	1,000	UN
2	50167036	HLD FR RH PR	1,000	UN
3	50150202	<i>BC99 FR PRIM</i>	0,000	
3	50039433	BC99 FR	1,000	UN
3	80009752	PRIMER	0,225	KG
3	50167054	<i>HLD FR LH PR</i>	0,000	
3	20129621	HLD LH	1,000	UN
3	80009752	PRIMER	0,001	KG
3	50167036	<i>HLD FR RH PR</i>	0,000	
3	20129617	HLD RH	1,000	UN
3	80009752	PRIMER	0,001	KG
3	50039433	<i>BC99 FR</i>	0,000	
4	10002055	GRANZA	4,119	KG

Nota. Elaboración propia.

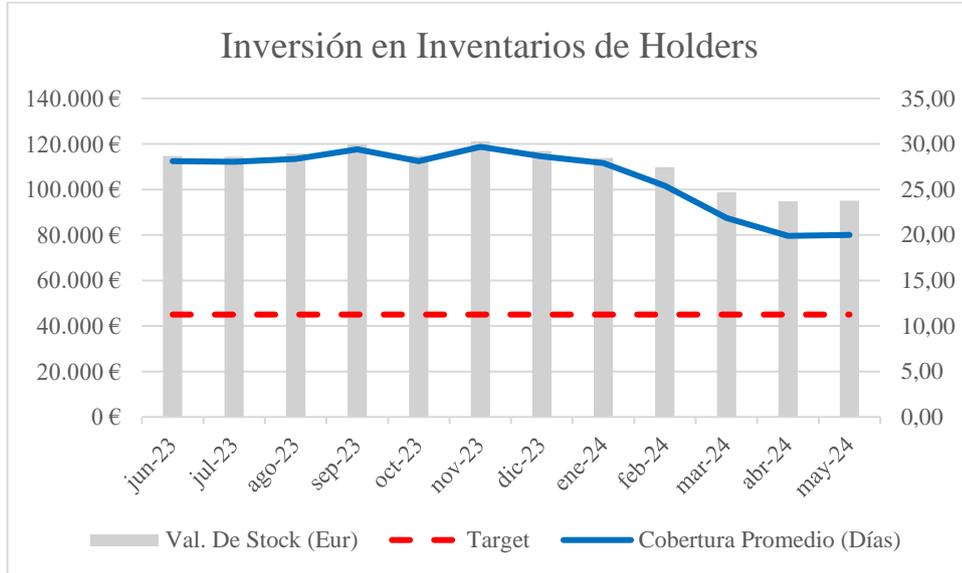
4. Diagnóstico del problema

4.1. Análisis del problema

La internalización de *HOLDERS* es un proyecto que inició en el segundo trimestre del año pasado. Mediante un análisis de coste de oportunidad se determinó que ya no se compraría a proveedor pieza pintada, solo pieza inyectada que posteriormente se pintaría en la instalación de New Tech de la planta. Al ser un proceso nuevo y con un proveedor que exigía un firme de 8 semanas, la empresa OPMOBILITY, determinó que para la etapa inicial se debe iniciar con 1 mes de stock (20 días) para los *holders* inyectados y 1 mes de stock para el *holder* pintado en planta. Sin embargo, el aprovisionamiento desacertado y la falta de capacitación y procedimientos entre otras causas hicieron que el proyecto se encuentre en una inversión innecesaria en inventario de *holders*. Asimismo, que las áreas clientes se vean afectadas por desabastecimiento de piezas y en algunos casos extremos retrasos en la expedición de piezas terminadas o paros de línea de ensamblaje; así como

también solicitudes de aprovisionamiento especiales y transportes dedicados de alto coste.

Figura 15 Capital invertido en Inventarios - Holders



Nota. Elaboración propia.

Se observa en el gráfico anterior la situación de la empresa con respecto a la inversión en inventarios y a la cobertura en torno a los 100.000 euros y 25 días de cobertura respectivamente. No obstante, a pesar de contar con un nivel de stock elevado, en algunas referencias de registraba desabastecimiento.

4.1.1. Identificación visual del problema

Con el fin de analizar el proceso, mediante la utilización de herramientas visuales como VSM y un flujograma BPMN se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Value Stream Mapping Actual (*Holders* y *Bumper*)

Se identifica que el proceso de *holders* es un proceso simple con un tiempo de valor añadido (VA) de 0,15 días y de valor no añadido (VNA) de 46,4 días. En el caso del VNA, se identifica que este se compone de transporte e inventarios. No obstante, los traslados mediante carretilla no son significativos, por ende, el *gap* de reducción se encuentra en los inventarios. Al poseer 20 días de inventario de pieza inyectada y pintada el lead time crece y representa un riesgo para la empresa. Asimismo, esto afecta directamente al lead

time del *bumper* de recambios puesto que al ser un componente de nivel 1, el abastecimiento es crítico y su perfil de inventario también afecta significativamente el lead time del *bumper*.

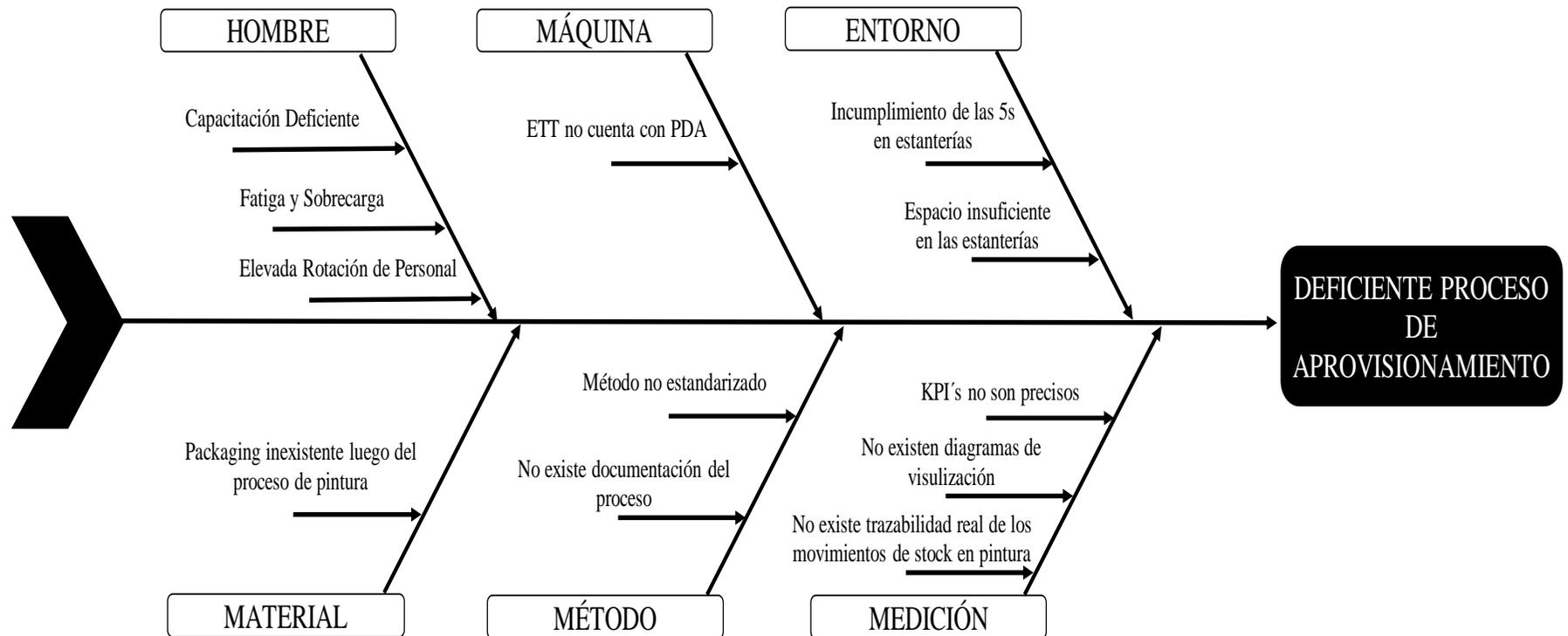
En un análisis con mayor detalle, utilizando la metodología BPMN se puede observar que el proceso de aprovisionamiento carece de un flujo de información completamente integrado a la operación, algunos movimientos no se registran. Por otro lado, mediante una inspección en la planta observamos desorden en las estanterías, no cumplen las 5s, existen referencias sin ubicar y el *packaging* de los *holders* pintados complica las tareas de conteos.

Por último, se concluye que gracias a las herramientas visuales podemos identificar el problema que se definirá como “Deficiente proceso de Aprovisionamiento de Holders”

4.1.2. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es conocido también como diagrama de espina de pescado o de causa y efecto, esta una herramienta robusta empleada en la gestión de calidad para identificar, analizar y visualizar las causas posibles de un problema. Este diagrama clasifica las causas raíz en categorías clave, tales como personal, métodos, maquinaria, materiales, entorno y medición, lo que facilita la identificación de la causa raíz del problema y permite desarrollar soluciones efectivas (Kaoru Ishikawa, 1986).

Figura 16 Ishikawa del problema principal



Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar, en el diagrama anterior desglosando el problema en las categorías claves sugeridas por Ishikawa obtenemos un conocimiento profundo de lo que puede estar ocasionando deficiencias en el proceso de aprovisionamiento. A continuación, se describirán las categorías más relevantes:

Respecto al capital humano, se evidencia una falta de capacitación o un refuerzo de las lecciones aprendidas al personal logístico operativo. Asimismo, la sobrecarga o fatiga ocasionada por la carga estimada podría influenciar en su desempeño. Por otro lado, con respecto al personal administrativo, la empresa a tenido una alta rotación del puesto de material *planner* de *holders* en la planta.

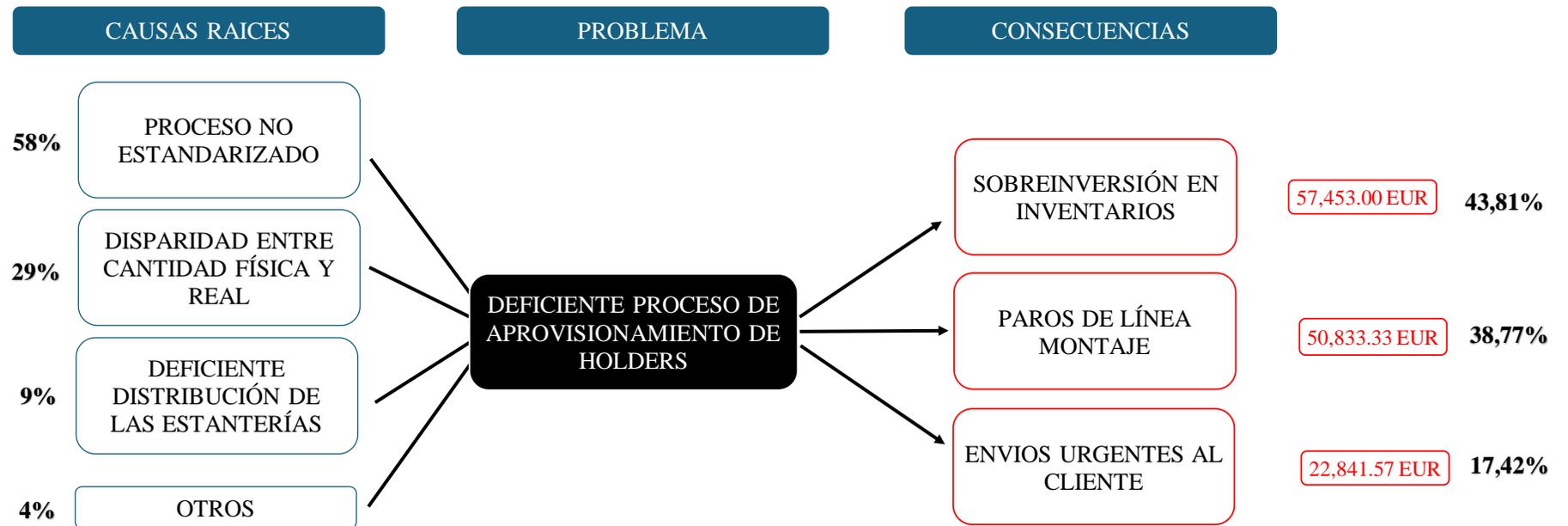
En la categoría de medición, se desglosa en falta de trazabilidad de piezas en el flujo de aprovisionamiento, KPIs calculados en base a datos sin precisión y la inexistencia de análisis visuales que permitan mejorar los procesos.

Por último, se evidencia la falta de implementos que ayudarían a mejorar la eficiencia del personal como lo son el *packaging* adecuado que permita realizar conteos efectivos y la utilización de una PDA en carga de pintura. Asimismo, el entorno de trabajo es totalmente mejorable. Las 5s no se cumplen en la estantería de los *holders* y, además, el cubicaje de las referencias por ubicación no está bien distribuido. Además, el proceso carece de documentación y estandarización de actividades.

4.1.3. Diagrama de árbol

Un diagrama de árbol, también denominado diagrama de árbol de decisiones o de causa y efecto, es una herramienta visual diseñada para descomponer y analizar un problema o situación, identificando sus causas principales y las consecuencias que de ellas se derivan. Este tipo de diagrama facilita la visualización de cómo una decisión o evento se descompone en diferentes resultados posibles, o cómo diversos factores pueden influir en un problema específico (Ireson & Juran, 1952).

Figura 17 Diagrama de árbol del problema diagnosticado



Nota. Elaboración propia.

El diagrama de árbol es el entregable final de esta sección. Como se puede observar en la figura anterior, las causas raíz como no tener un proceso estandarizado, no contar con una trazabilidad del stock real y no cubrir el espacio de las estanterías afecta directamente al proceso de aprovisionamiento de *holders*. Las deficiencias en el proceso de aprovisionamiento de *holders* tienen consecuencias graves que se reflejan en pérdidas para la empresa valoradas en 131.127,90 euros aproximadamente al año. Las consecuencias a nivel operativo es el sobre stock de algunas referencias en el almacén, los paros de línea en montaje por rupturas de stock, y los envíos urgentes al cliente.

4.2. Cuantificación del problema

Mediante la herramienta MS Excel, se reunieron los datos sobre el rendimiento de la operación de los últimos 5 meses. Se obtuvieron a través de bases de datos de SAP MM, que permite revisar mediante dos transacciones el consumo de las piezas y el stock de estas tanto en valor monetario como en unidades. Posterior a ello, se analizaron los datos en una hoja de cálculo y se midieron los indicadores. Como se puede observar, los stocks superan el *target* definido para el proyecto marcando una sobre inversión promedio de más de 220%. Asimismo, el coste de los paros de línea es relevante y considera la producción perdida y la penalización de paro mientras los recursos fijos y variables siguen generando costes anuales por 50.000 euros aproximadamente. Por último, se añaden los envíos urgentes a cliente cotizados por más de 22.000 euros al año. Es por ello que, realizando la suma de todos los costes, el problema respecto al deficiente aprovisionamiento de componentes genera a la empresa pérdidas por 130.000 euros-año.

Tabla 5 Costes asociados del problema

KPI	ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24
Val. De Stock (Eur)	113.850,00 €	109.760,00 €	98.802,00 €	94.752,00 €	95.101,00 €
Cobertura Promedio (Días)	27,9	25,4	21,9	19,9	20,0

Val. De Stock (Objetivo)	45.000,00 €
Exceso de Inv	57.453,00 €
% Sobreinversión	228%

Nº Paros de línea / mes	5,0
Horas promedio de paro	0,4
Beneficio de venta	75,00 €
Coste por paros de línea / año	50.833,33 €

Sueldo del trabajador (hora)	8,33
Coste perdido de producción	10,42
Coste planta fijo (hora)	150,00
pz/hr	25,00

Envíos Urgentes / año	22.841,57 €
------------------------------	-------------

DEFICIENTE PROCESO DE APROVISIONAMIENTO DE HOLDERS	131.127,90 €
--	--------------

Nota. Elaboración propia

5. Metodología

5.1. Benchmarking de Metodologías

Tabla 6 Benchmarking de herramientas

Dimensión	E-Kanban	EOQ (Economic Order Quantity)	MRP (Material Requirements Planning)
Principio Operativo	Pull System: Las órdenes se activan por demanda real en tiempo real.	Lote económico: Optimiza la cantidad de pedido para minimizar costos totales.	Push System: Planificación basada en pronósticos de demanda.
Tipo de Demanda	Demanda Dependiente: Se ajusta a la demanda real en tiempo real.	Demanda Independiente: Supone demanda constante y predecible.	Demanda Dependiente: Se basa en la demanda de productos finales y subcomponentes.
Tecnología Requerida	Alta: Integra sistemas digitales, IoT, bases de datos en la nube, ERP.	Baja: Requiere solo cálculos matemáticos simples y registros de inventario.	Alta: Necesita un sistema ERP sofisticado para la planificación y ejecución.
Flexibilidad y Respuesta	Muy Alta: Responde rápidamente a cambios en la demanda del cliente.	Baja: No es flexible ante cambios súbitos en la demanda.	Moderada: Planificación basada en pronósticos, puede ajustarse, pero no en tiempo real.
Costos de Inventario	Minimiza los inventarios al producir justo a tiempo.	Equilibra costos de pedido y de mantenimiento de inventario.	Puede ser elevado si los datos y pronósticos son inexactos.
Nivel de Inventario	Bajo: Mantiene niveles mínimos de inventario en todo momento.	Moderado: Determina un inventario económico pero fijo.	Puede variar: Depende de la precisión de los datos y la planificación.
Visibilidad y Control	Alta: Permite un control en tiempo real y visibilidad total del flujo de materiales.	Baja: El control es más estático y se basa en pedidos regulares.	Alta: Integración total de la cadena de suministro, pero depende de la calidad de los datos.
Complejidad de Implementación	Moderada-Alta: Requiere integración de tecnología y ajuste de procesos.	Baja: Fácil de implementar y utilizar, con pocos requisitos tecnológicos.	Alta: Requiere una configuración detallada y un alto nivel de datos precisos.
Requisitos de Datos	Moderados: Datos en tiempo real sobre demanda y producción.	Bajos: Supone demanda constante y no necesita datos complejos.	Altos: Necesita datos precisos sobre tiempos, demandas y listas de materiales.
Escalabilidad	Alta: Puede ampliarse fácilmente con la tecnología adecuada.	Moderada: Escalable, pero con limitaciones en su simplicidad.	Alta: Diseñado para gestionar complejidad en múltiples niveles de producción.
Adecuación para Entornos	Mejor para entornos con alta variabilidad de demanda y producción just-in-time (JIT).	Adecuado para entornos con demanda estable y predecible.	Ideal para entornos de fabricación complejos con múltiples productos y niveles de ensamblaje.
Impacto en el Lead Time	Reduce significativamente el lead time al sincronizar demanda y producción.	No afecta directamente el lead time; enfocado en la optimización de costos.	Puede mejorar o empeorar el lead time dependiendo de la precisión de la planificación.
Dependencia de Proveedores	Alta: Requiere una relación cercana con proveedores para asegurar la entrega a tiempo.	Moderada: Proveedores deben cumplir con el calendario de pedidos regular.	Alta: Necesita coordinación constante con proveedores para ajustar materiales y tiempos de entrega.
Reducción de Desperdicios	Alta: Reduce los desperdicios al evitar la sobreproducción y mantener mínimos inventarios.	Moderada: Reduce algunos costos, pero puede generar sobreproducción si la demanda es menor a la esperada.	Moderada-Alta: Reduce desperdicios a través de una planificación detallada, pero depende de la exactitud de los datos.

Soporte para Producción Mixta	Muy Alta: Soporta entornos de producción mixtos y cambios rápidos en las órdenes de producción.	Baja: Dificultad para adaptarse a producción variada sin cambiar el EOQ calculado.	Alta: Diseñado para manejar múltiples productos y configuraciones de ensamblaje.
Costo de Implementación	Moderado-Alto: Inversión en tecnología y formación.	Bajo: Muy económico de implementar.	Alto: Costos significativos en software, formación y mantenimiento de sistemas.
Enfoque en la Mejora Continua	Alto: Facilita la mejora continua mediante la revisión constante de los procesos.	Bajo: No está diseñado para soportar la mejora continua.	Alto: Integra herramientas como Kaizen para la mejora continua del proceso.

Nota. Adaptado de Heizer, J., & Render, 2004

Según la tabla anterior, se concluir lo siguiente:

- E-Kanban es una herramienta clave para organizaciones que necesitan una alta flexibilidad y capacidad de respuesta frente a la demanda del cliente, y que están dispuestas a invertir en tecnologías avanzadas.
- EOQ es adecuado para empresas con demandas no variables que buscan una solución simple y rentable, aunque su falta de flexibilidad puede ser un inconveniente en entornos con demanda variable y dependiente.
- MRP es la mejor opción para entornos de producción con mayor complejidad, que requieren una planificación detallada y que soportan la inversión en un sistema ERP robusto para manejar grandes volúmenes de datos y múltiples niveles de producción, aunque se realiza bajo el supuesto de un LT estable.

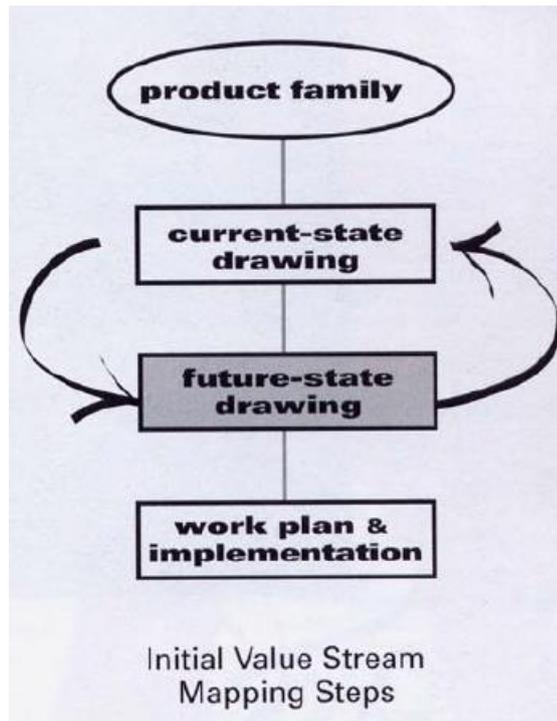
Para la presente investigación, se utilizará el E-KANBAN bajo el uso de PowerBi para ayudar al *material planner* a controlar a tiempo real los stocks y prevenir el desabastecimiento de piezas sin elevar la cobertura en productos *low runner*.

5.2. Herramientas

5.2.1. VALUE STREAM MAPPING

Según el libro "Learning to See" de Mike Rother y John Shook en el año 2003, la implementación del VSM conlleva una serie de pasos claves para su éxito. Estas etapas ajustan con mayor precisión el modelo para ayudar a las organizaciones visualizar y optimizar el flujo de valor en sus procesos de producción. Para la investigación, se seleccionaron las etapas de mayor importancia para construir un buen modelo.

Figura 18 Modelo VSM

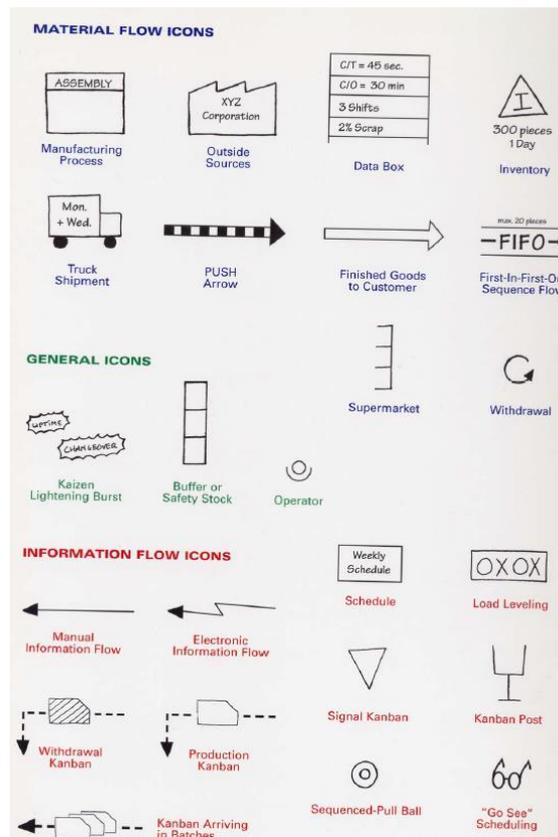


Nota. Adaptado de *Learning to See*, Mike Rother et al., 2003.

DIAGNÓSTICO

1. **Identificación de la Familia de Productos:** Se identifica el producto o la familia de productos por analizar. Es importante elegir una referencia que tenga un volumen significativo en la producción para lograr un impacto mayor al mejorar el flujo de valor. La selección será sustentada mediante un análisis de ABC por ventas.
2. **Creación del Mapa del Estado Actual:** Se recopilan todos los datos importantes abarcando desde la recepción de materias primas hasta la entrega al cliente final. Se debe documentar y visualizar el estado actual del flujo de valor. En esta etapa se identifican todas las actividades que agregan o no valor, así como la medición de tiempos y niveles de stock en cada etapa de la cadena.

Figura 19 Iconos de flujo de material



Nota. Adaptado de *Learning to See*, Mike Rother et al., 2003.

- Identificación de Desperdicios:** Se analiza el mapa del estado actual mediante los indicadores del proceso, por ejemplo, Lead Time. Asimismo, se observan los cuellos de botella o áreas de desperdicio e ineficiencias, tales como inventarios sobredimensionados, tiempos de espera y movimientos innecesarios.

PROPUESTA DE MEJORA

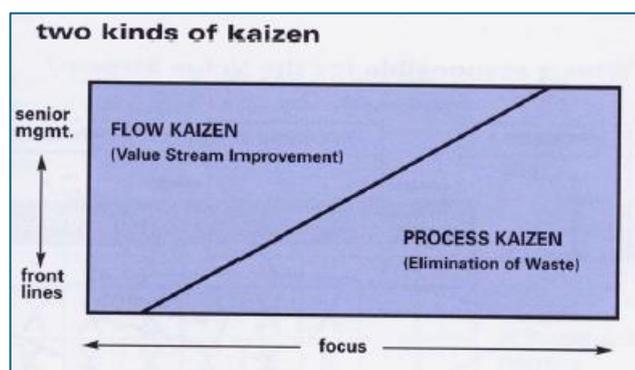
- Desarrollo del Mapa del Estado Futuro:** En base a la identificación anterior, se diseña un estado futuro ideal del flujo de valor, eliminando desperdicios pensando en la eficiencia del proceso. Esto incluye la implementación de prácticas como el uso del sistema Kanban y la reducción de tiempos de ciclo, así como la reducción del Lead Time.

5. **Desarrollo del Plan de Acción:** Se elabora un plan detallado para transitar del estado actual al estado futuro. Se realiza una estimación de recursos, coste, una selección de actividades específicas, responsables, plazos y equipos necesarios para la implementación.

KAIZEN APLICADO

6. **Implementación y Seguimiento:** En esta etapa se ejecuta el plan de acción y continua con un seguimiento constante del progreso. Es crucial medir los resultados y calibrar el plan según sea necesario para asegurar el cumplimiento de los objetivos según el tipo de kaizen. El más común es el “process kaizen”, basado en la mejora del flujo de proceso y el capital humano.

Figura 20 Modelo Kaizen



Nota. Adaptado de *Learning to See*, Mike Rother et al., 2003.

5.2.2. E-KANBAN

Durante la aplicación de un sistema e-Kanban mediante Power BI (PBI), se siguen varias etapas clave para asegurar una implementación exitosa. En esta sección, se describen las principales etapas a cumplir:

Definición de Requisitos y Objetivos:

- **Identificación de Necesidades:** Determinar los objetivos específicos del e-Kanban, para este caso de estudio se priorizó:

- La mejora en la visibilidad del inventario.
 - La mejora en la visibilidad de desperdicio (stock innecesario).
 - La optimización del flujo de materiales.
 - La reducción de tiempos de espera.
- Definición de Métricas: En base a los objetivos planteados, establecer las métricas y KPIs que servirán como *drivers* para medir el rendimiento de la gestión de inventarios.

Recopilación de Datos:

- Integración de Datos: Realizar una recolección de datos relevantes de sistemas o archivos, como inventarios, movimientos de materiales, *forecast*, órdenes de producción y consumos. Estos datos pueden provenir de algún ERP o WMS, o bases de datos internas.
- Preparación de Datos: Estandarizar la data. Esta se debe limpiar y estructurar los datos para su correcto análisis en Power BI. Este paso se puede realizar desde Excel o desde el Editor de Query (consulta) de PBI.

Diseño y Configuración del Modelo de Datos en Power BI:

- Creación de Conexiones de Datos: Establecer conexiones entre Power BI y las fuentes de datos relevantes. Esto implica la conexión a bases de datos como SQL, o archivos Excel.
- Desarrollo del Modelo de Datos: Construir el modelo de datos en Power BI, definiendo las relaciones entre diferentes tablas de datos y creando medidas y cálculos necesarios para el análisis del e-Kanban.

Desarrollo de Dashboards e Informes:

- Diseño de Visualizaciones: Se crearán dashboards e informes en Power BI que permitan evaluar las métricas e indicadores clave del sistema e-Kanban,

como los niveles de inventario, coberturas, consumos y alertas de stock bajo.

- Implementación de Alertas: Configurar alertas y notificaciones para informar sobre eventos críticos, como niveles bajos de inventario o retrasos en la reposición.

Pruebas y Validación:

- Validación de funcionalidades: En esta etapa se debe probar las funcionalidades del sistema e-Kanban en Power BI, para verificar que cumpla con los requisitos establecidos y que las visualizaciones sean útiles en la toma de decisiones.

Capacitación e Implementación:

- Entrenamiento de Usuarios: Se plantea capacitar a los usuarios clave en el uso del sistema e-Kanban en Power BI, asegurando que puedan interpretar los datos de los *dashboards*.
- Despliegue del Sistema: Implementar el sistema e-Kanban en el entorno de producción y pintura, con el fin de asegurarse de que todos los usuarios tengan acceso a las herramientas.

Monitoreo:

- Seguimiento del Rendimiento: Evaluar el desempeño del sistema e-Kanban y el impacto en la gestión de inventarios y el flujo de materiales; con el uso de los KPIs definidos.

Plan de recuperación:

- Como parte de acciones tomadas en pro de la sostenibilidad, se estableció un plan de recuperación de piezas pintadas post cierre de proyecto. Es decir, en caso se presente un cierre de proyecto y se visualiza una amplia cantidad de stock, se procederá a reprocesar las piezas pintadas, quitándole el matiz y volviéndoselas a imprimir. Esto permite aprovechar las piezas inyectadas

sin necesidad de comprometer la calidad y sin generar *scrap* masivo de piezas.

5.2.3. KAIZEN

Para establecer la metodología Kaizen en una empresa de producción, se recomiendan una serie de etapas clave para asegurar que la mejora continua sea efectiva y sostenible en el tiempo. A continuación, se presentan las etapas definidas en este caso de estudio para implementar Kaizen:

Definición de Objetivo:

- **Identificación de Objetivo:** Para el caso de estudio, el objetivo se centrará en monitorear las mejoras aplicadas en el aprovisionamiento de *holders* y asegurar la retroalimentación y sostenibilidad del proceso.

Formación y Sensibilización:

- **Capacitación del Personal:** Proporcionar formación a las personas involucradas sobre los principios y prácticas de Kaizen. Entre estos se incluye enseñar técnicas de resolución de problemas, trabajo en equipo, y herramientas de mejora continua.
- **Fomento de la Cultura de Kaizen:** Se deberá fomentar una cultura organizacional que comprenda y apoye la mejora continua, incentivando a todos los niveles de la empresa en participar activamente en el proceso.

Identificación y Análisis de Problemas:

- **Recolección de Datos:** Se deberá recopilar incidencias sobre los procesos con el fin de identificar áreas problemáticas y oportunidades de mejora.
- **Análisis de Causas:** En caso surja algún problema, se debe utilizar herramientas como el Diagrama de Ishikawa para analizar las causas raíz de los problemas identificados.

Desarrollo de Soluciones:

- **Evaluación de Soluciones:** En conjunto con el equipo involucrado, se deberá evaluar las ideas propuestas en términos de viabilidad, costo e impacto operativo.

Implementación de Mejoras:

- **Planificación e Implementación:** Dependiendo del problema, se desarrollará un plan de acción para implementar las soluciones propuestas. Esto incluye definir alcance y responsabilidades, para establecer cronogramas y asegurar los recursos requeridos. Por último, aplicar el cambio de manera gradual.

Monitoreo y Evaluación:

- **Seguimiento de Resultados:** El *Material Planner*, deberá monitorear el impacto de las mejoras implementadas mediante la interpretación de datos y la comparación con los objetivos establecidos.

Estandarización y Documentación:

- **Estandarización de Nuevos Procesos:** Mediante formatos preestablecidos, se debe formalizar y documentar los nuevos procesos para asegurar que las mejoras sean sostenibles y se registren las actividades de la implementación.
- **Actualización de Procedimientos:** Revisar y actualizar los procedimientos operativos para registrar actualizaciones de las nuevas prácticas y asegurar la consistencia en la producción.

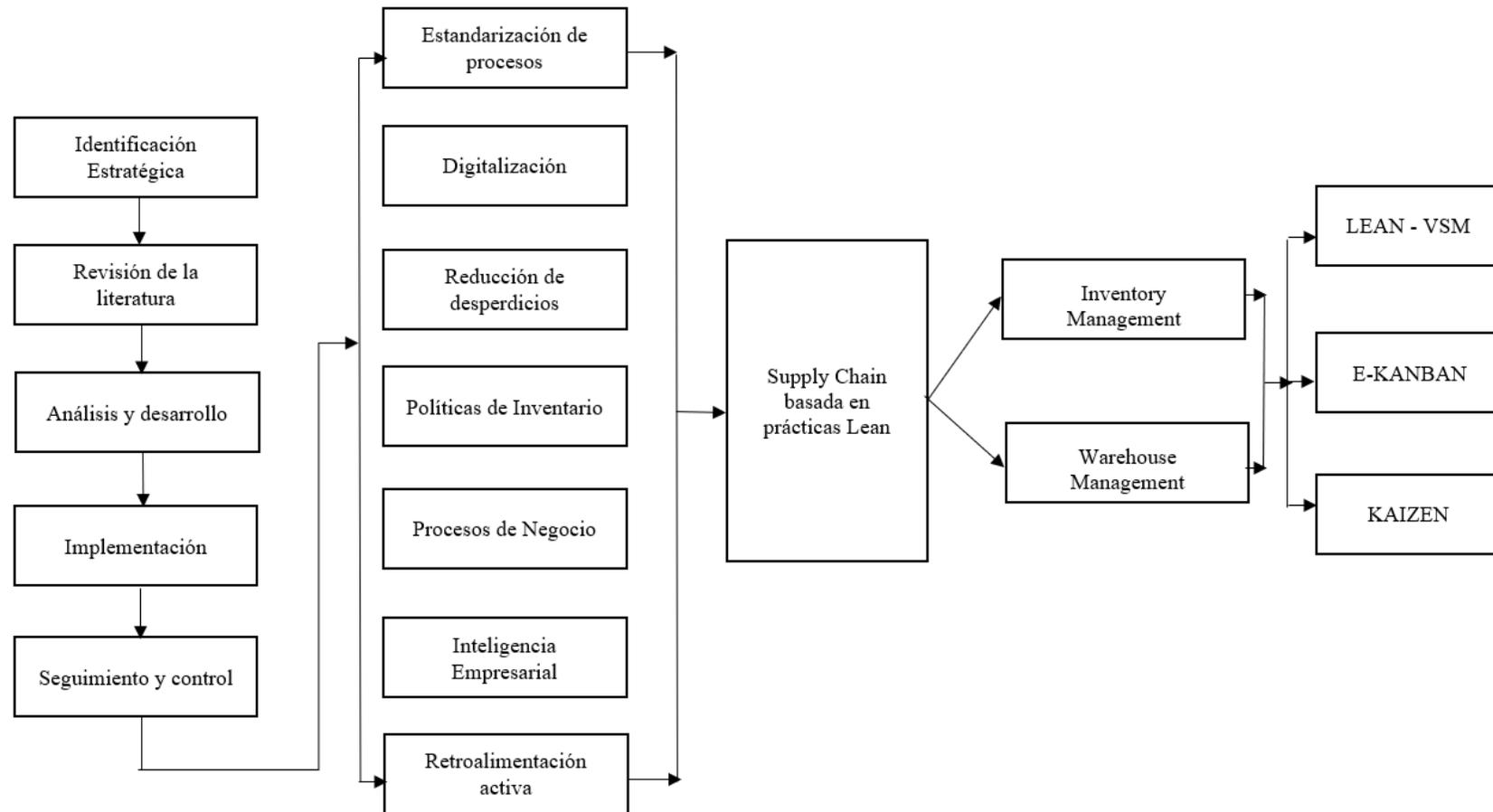
Retroalimentación y Mejora Continua:

- **Retroalimentación efectiva:** Se deberá obtener retroalimentación de los empleados y de otras partes interesadas acerca de las mejoras implementadas y sobre el proceso de Kaizen en general.
- **Ajustes y Repetición:** Con los resultados obtenidos, se deberá realizar ajustes y continuar con ciclos de mejora continua para abordar nuevas oportunidades de mejora y mantener el enfoque en la excelencia operativa.

Estas etapas proporcionarán un marco estructurado para implementar Kaizen en el caso de estudio de OPMOBILITY, promoviendo una cultura de mejora continua y asegurando que las mejoras sean efectivas.

5.3. Implementación

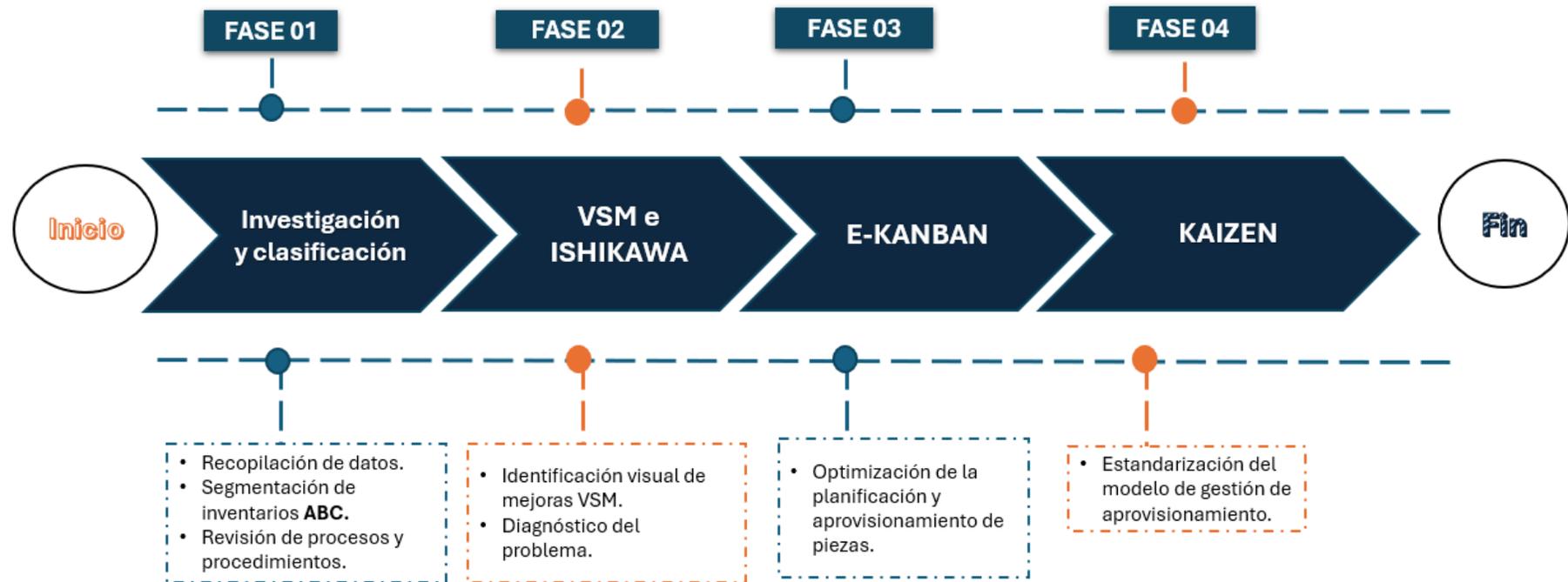
En esta sección se establece de manera global la propuesta de mejora para la cadena de suministro respecto a los *bumpers* de recambios de la empresa y se detalla con precisión el proceder de la implementación, basado en las principales actividades de las herramientas anteriormente profundizadas.



Nota. Elaboración propia

El gráfico presentado describe un enfoque integral para la implementación de una cadena de suministro basada en prácticas Lean. Comienza con la Identificación Estratégica, seguida de una Revisión de la Literatura, lo que sienta las bases teóricas para el Análisis y Desarrollo de soluciones adaptadas a las necesidades específicas del proyecto. Posteriormente, se avanza hacia la Implementación de las soluciones diseñadas, que es seguida por una fase de Seguimiento y Control para asegurar la efectividad y sostenibilidad de las mejoras introducidas. En paralelo, se enfatiza la Estandarización de Procesos, la Digitalización, la Reducción de Desperdicios, y la Inteligencia Empresarial como pilares fundamentales que soportan la transición hacia una cadena de suministro optimizada. Estos esfuerzos convergen en una Supply Chain basada en prácticas Lean, que integra la Gestión de Inventarios, apoyadas por herramientas Lean como VSM, E-Kanban y Kaizen. Finalmente, el sistema incorpora un bucle de Retroalimentación Activa, asegurando que el proceso de mejora continua sea constante y dinámico, permitiendo ajustes y optimizaciones en tiempo real.

Figura 21 Fases de la implementación



Nota: Elaboración propia

El esquema presentado visualiza el proceso de implementación de este proyecto de mejora continua en la gestión de aprovisionamiento de *holders* en OPMOBILITY. Se estructura en cuatro fases, cada una aborda diferentes aspectos del proceso, desde la investigación inicial hasta la estandarización final. A continuación, se explican las etapas con mayor detalle:

La Fase 01, denominada "Investigación y Clasificación", se centra en la recopilación y análisis de datos esenciales para el proyecto. Durante esta etapa, se lleva a cabo la segmentación de inventarios utilizando la metodología ABC, lo que permite identificar los productos más críticos y de mayor valor. Además, se revisan los procesos y procedimientos existentes, sentando las bases para las etapas posteriores mediante un diagnóstico inicial que guía las decisiones de mejora.

En la Fase 02, denominada "VSM e Ishikawa", se enfoca en la identificación visual de mejoras a través del Value Stream Mapping (VSM) y la utilización del diagrama de Ishikawa para el diagnóstico del problema a mayor detalle. Asimismo, como soporte se utiliza el enfoque de BPM. Esta fase es crucial para visualizar el flujo de valor y entender las causas raíz de las ineficiencias, lo que permite desarrollar un plan de acción efectivo y preciso en la optimización de los procesos.

La Fase 03, "E-Kanban", está orientada hacia la implementación de un sistema control que apoye a la planificación y aprovisionamiento mediante la optimización del flujo de información de valor. Esta fase tiene como objetivo reducir los niveles de inventario, mejorar la planificación de la pintura y asegurar que las piezas estén disponibles cuando se requieran, reduciendo así el lead time y los costos asociados.

Finalmente, en la Fase 04, denominada "Kaizen", se busca la estandarización del modelo de gestión de aprovisionamiento. Esta fase implica la aplicación de la filosofía Kaizen para la mejora continua, asegurando que los procesos optimizados se mantengan y sigan mejorando con el tiempo. La culminación de estas cuatro fases garantiza un

proceso de aprovisionamiento más eficiente, alineado con los objetivos de sostenibilidad y rentabilidad de la empresa.

5.4. Gestión del Proyecto

En la sección actual, se detallan los elementos esenciales para la planificación, ejecución y control de las actividades involucradas en la mejora de la cadena de suministro de componentes automotrices. El cronograma del proyecto constituye una herramienta fundamental para organizar y secuenciar las tareas, garantizando que los hitos críticos se alcancen dentro de los plazos establecidos. Esta planificación temporal es clave para la coordinación efectiva de los recursos y para minimizar interrupciones en la operación productiva. Asimismo, el coste de implementación proporciona una evaluación detallada de los recursos financieros necesarios para llevar a cabo las mejoras propuestas. Este análisis incluye los costos directos asociados a la adquisición de tecnología, capacitación del personal, y cualquier otro gasto inherente al proceso de transformación, así como una estimación de los beneficios económicos esperados, permitiendo una gestión económica eficiente y orientada a maximizar la rentabilidad del proyecto.

5.4.1. Cronograma del Proyecto

En este caso de estudio, el cronograma se ha diseñado para reflejar todas las fases del proyecto TFM, desde la investigación inicial hasta la implementación y cierre, asegurando que cada actividad se ejecute dentro de los plazos establecidos y que los riesgos asociados se minimicen. Asimismo, se prevé una prueba piloto después de la capacitación a las personas indicadas.

A continuación, se presenta el cronograma desglosado y el diagrama de Gantt propuesto, que desglosa las actividades en la secuencia establecida y estima los tiempos previstos para cada una, con el fin de proporcionar una estimación clara del camino hacia la finalización del proyecto y la documentación en la memoria.

MEJORA EN LA GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO DE PIEZAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTES
ASOCIADOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL EN VALENCIA

TAREA	ASIGNADO	DURACIÓN	INICIO	FIN
INVESTIGACIÓN Y CLASIFICACIÓN				
Evaluación de Documentación	Consultor Jr.	2	01/05/2024	03/05/2024
Investigación de los procesos Segmentación ABC de familias y productos	Consultor Jr.	3	03/05/2024	06/05/2024
Recopilación, limpieza y estandarización de datos	Consultor Jr.	2	06/05/2024	08/05/2024
Redacción de Memoria y Estado del Arte	Consultor Jr.	3	08/05/2024	11/05/2024
		70	12/05/2024	21/07/2024
VISUALIZACIÓN LEAN				
Creación del Estado Actual del VSM	Consultor Jr.	5	12/05/2024	17/05/2024
Identificación de Posibles Problemas	Consultor Jr.	8	17/05/2024	25/05/2024
Ishikawa del problema principal	Consultor Jr.	3	25/05/2024	28/05/2024
Planeamiento de acciones de mejora	Consultor Jr.	8	28/05/2024	05/06/2024
Representación gráfica de estados futuros (VSM - BPM)	Consultor Jr.	3	05/06/2024	08/06/2024
E-KANBAN - KAIZEN				
Creación y programación de PowerBI	Consultor Jr.	5	14/06/2024	19/06/2024
Capacitación a equipo logístico	Consultor Jr.	1	20/06/2024	21/06/2024
Planificación de Inventarios Ciclicos	Consultor Jr.	1	21/06/2024	22/06/2024
Prueba Piloto	Consultor Jr.	20	22/06/2024	12/07/2024
Corrección de Errores	Consultor Jr.	5	12/07/2024	17/07/2024
CIERRE DE PROYECTO				
Estimación de ROI	Consultor Jr.	2	08/06/2024	10/06/2024
Lecciones Aprendidas	Consultor Jr.	1	17/07/2024	18/07/2024
Previsión de Seguimiento Kaizen	Consultor Jr.	1	18/07/2024	19/07/2024
Previsión de Seguimiento de KPIs	Consultor Jr.	1	19/07/2024	20/07/2024
Cierre de Memoria	Consultor Jr.	1	20/07/2024	21/07/2024

Nota. Elaboración propia

OPV
Consultor JR.

Inicio del proyecto:						mi, 5/1/2024																																				
Semana para mostrar:						1		24 de junio de 2024					1 de julio de 2024					8 de julio de 2024					15 de julio de 2024																			
								24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21							
								l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d
INVESTIGACIÓN Y CLASIFICACIÓN																																										
Evaluación de Documentación	Consultor Jr.	2	90%	01/05/2024	03/05/2024																																					
Investigación de los procesos	Consultor Jr.	3	100%	03/05/2024	06/05/2024																																					
Segmentación ABC de familias y productos	Consultor Jr.	2	90%	06/05/2024	08/05/2024																																					
Recopilación, limpieza y estandarización de datos	Consultor Jr.	3	90%	08/05/2024	11/05/2024																																					
Redacción de Memoria y Estado del Arte	Consultor Jr.	70	50%	12/05/2024	21/07/2024																																					
VISUALIZACIÓN LEAN																																										
Creación del Estado Actual del VSM	Consultor Jr.	5	100%	12/05/2024	17/05/2024																																					
Identificación de Posibles Problemas	Consultor Jr.	8	78%	17/05/2024	25/05/2024																																					
Ishikawa del problema principal	Consultor Jr.	3	90%	25/05/2024	28/05/2024																																					
Planeamiento de acciones de mejora	Consultor Jr.	8	90%	28/05/2024	05/06/2024																																					
Representación gráfica de estados futuros (VSM - BPM)	Consultor Jr.	3	100%	05/06/2024	08/06/2024																																					
E-KANBAN - KAIZEN																																										
Creación y programación de PowerBI	Consultor Jr.	5	90%	14/06/2024	19/06/2024																																					
Capacitación a equipo logístico	Consultor Jr.	1	90%	20/06/2024	21/06/2024																																					
Planificación de Inventarios Ciclicos	Consultor Jr.	1	100%	21/06/2024	22/06/2024																																					
Prueba Piloto	Consultor Jr.	20	75%	22/06/2024	12/07/2024																																					
Corrección de Errores	Consultor Jr.	5	90%	12/07/2024	17/07/2024																																					
CIERRE DE PROYECTO																																										
Estimación de ROI	Consultor Jr.	2	90%	08/06/2024	10/06/2024																																					
Lecciones Aprendidas	Consultor Jr.	1	90%	17/07/2024	18/07/2024																																					
Previsión de Seguimiento Kaizen	Consultor Jr.	1	100%	18/07/2024	19/07/2024																																					
Previsión de Seguimiento de KPIs	Consultor Jr.	1	100%	19/07/2024	20/07/2024																																					
Cierre de Memoria	Consultor Jr.	1	90%	20/07/2024	21/07/2024																																					

Nota. Elaboración propia

5.4.2. Coste de implementación

TIPO	RECURSO	COSTE
HARDWARE	Portátil	2.500,00 €
	PDA	800,00 €
MATERIAL	Bandejas de Cartón	900,00 €
	Recursos varios (oficina)	100,00 €
SOFTWARE	Power Bi Pro	995,45 €
	Gemini IA	331,82 €
CAPITAL HUMANO	Consultor JR	19.200,00 €
COSTE TOTAL		24.827,27 €

Nota. Elaboración propia

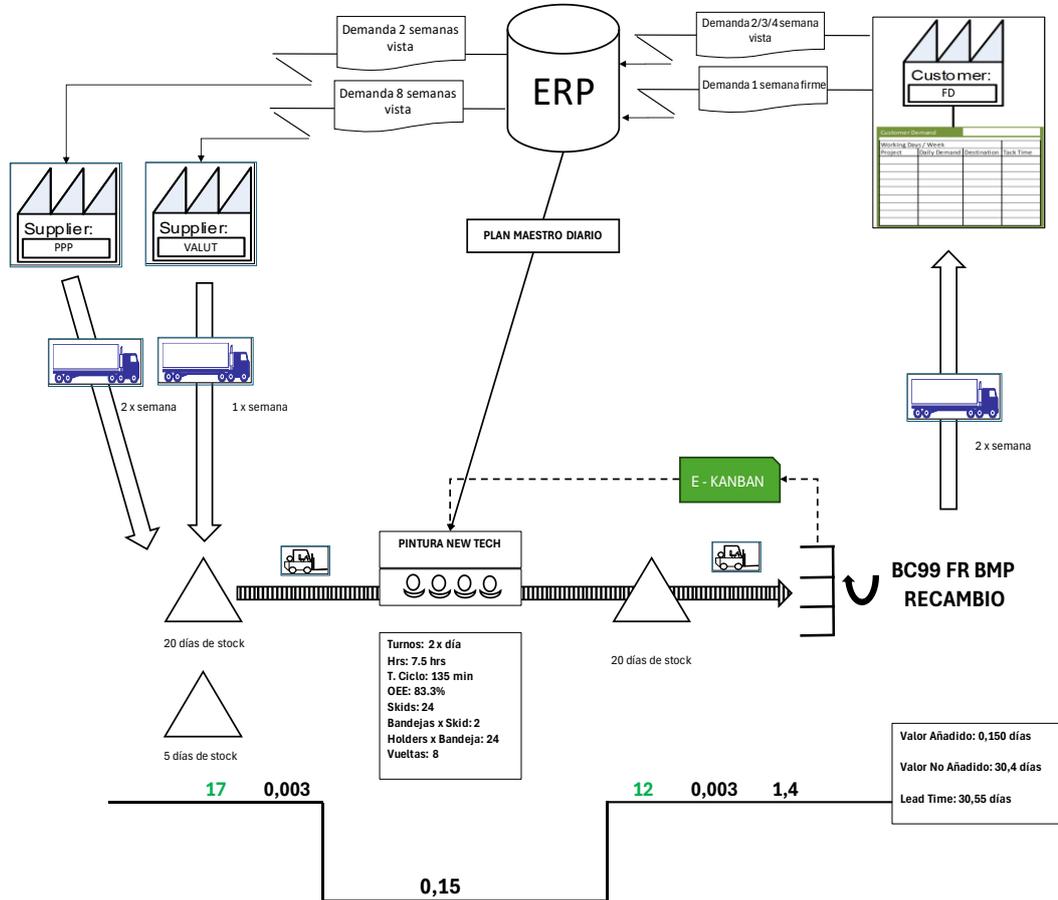
Este proyecto tiene una duración estimada de 3 meses. Con un coste de 24.850 euros aproximadamente, se consigue con la gestión de un consultor jr., los objetivos previstos del proyecto. Asimismo, se destina parte de la inversión en software como la licencia de Power Bi Pro y la IA Gemini para el apoyo integral al consultor en tareas de rutina y programación. Por último, se considera el uso de la PDA y una laptop para poder integrarse en el proceso y mejorar desde la visión del operario.

6. Análisis de Resultados e Impactos

6.1. Resultados de la implementación

En esta sección, se mostrará el análisis obtenido gracias a las herramientas y los resultados obtenidos en la prueba piloto. A continuación, se explican los cambios principales en la implementación de las herramientas propuestas:

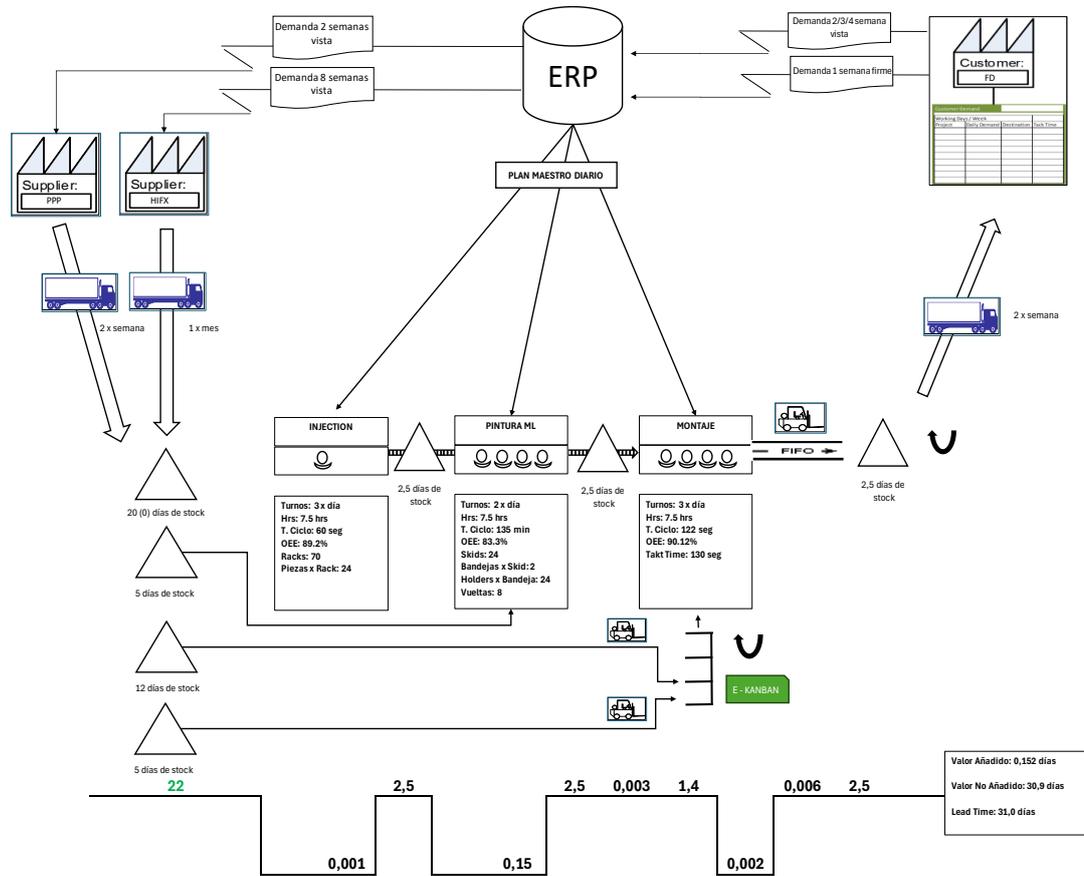
Figura 23 VSM - HOLDERS FUTURO



Nota. Elaboración propia

La mejora clave en este proceso es la aplicación del E-Kanban en el componente crítico investigado. Como se puede observar, los inventarios que inicialmente fueron definidos como un mes de stock, ahora se reducen en aproximadamente 11-12 días de stock en inventario WIP de inyectado y pieza pintada. En sí, esta mejora conlleva a una reducción del lead time significativa de 34.4%.

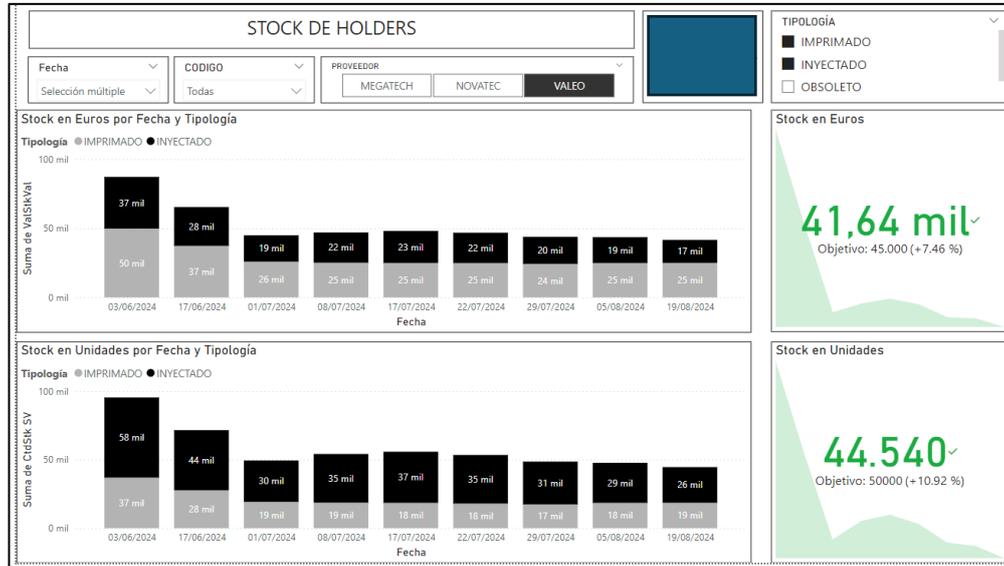
Figura 24 VSM BUMPERS RECAMBIOS FUTURO



Nota. Elaboración propia

En el caso del *bumper*, la mejora también impacta positivamente en el lead time, puesto que es un componente de nivel 1. En este caso, mediante un stock *supermarket* y la aplicación del E-kanban, producción utiliza los recursos, esto se registra en el sistema y plantea la velocidad del flujo de piezas que luego se considera en el proceso de pintura para el realizar la reposición de piezas y mantener la cobertura según los consumos.

Figura 25 Dashboard de Stock de Holders



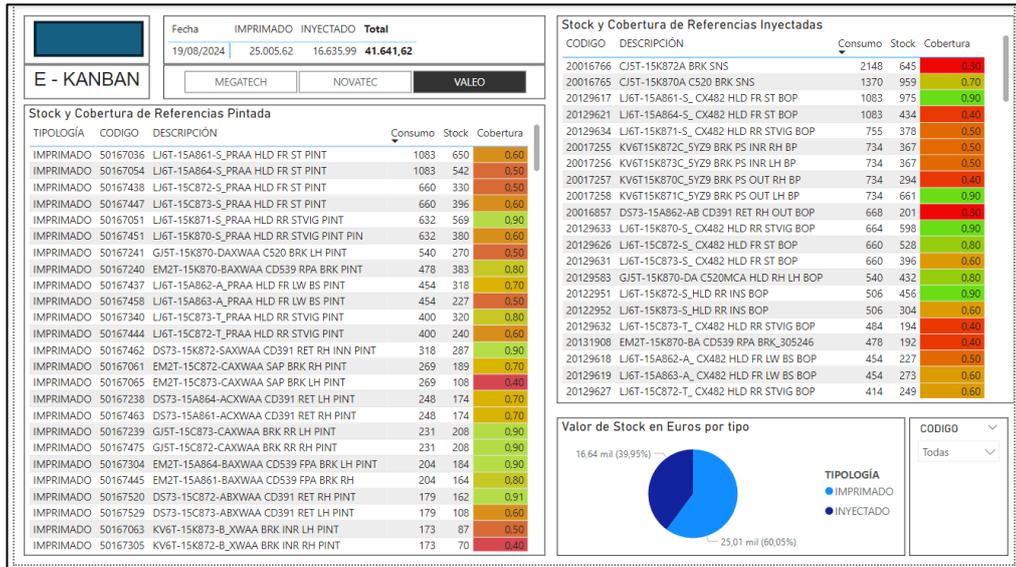
Nota. Elaboración propia

La implementación del *dashboard* en Power BI enlazado al ERP para monitorear el stock en euros y unidades en la empresa OPMOBILITY ha generado importantes beneficios para la gestión de inventarios de *holders*. Como su principal ventaja, este permite visualizar en tiempo real el valor económico y las cantidades físicas de los inventarios, lo que brinda una mayor transparencia y control sobre los recursos almacenados. Asimismo, es una pantalla de referencia para el control de la inversión en inventarios de los *holders*.

La capacidad de explotar el stock por componente, proveedor o tipología, y de comparar a tiempo real la evolución del valor en euros con las unidades en existencia, ha optimizado las decisiones relacionadas con el suministro de piezas, reduciendo tanto los excesos de inventario como los riesgos de desabastecimiento. Asimismo, este apartado complementa la segunda parte del BI, relacionada al E-KANBAN.

Por último, este enfoque económico ha facilitado la identificación de ineficiencias en la gestión de stock, mejorando la eficiencia del capital de trabajo, reduciendo productos de baja rotación y contribuyendo a una mejor planificación financiera.

Figura 26 E-Kanban de Holders en Power BI



Nota. Elaboración propia

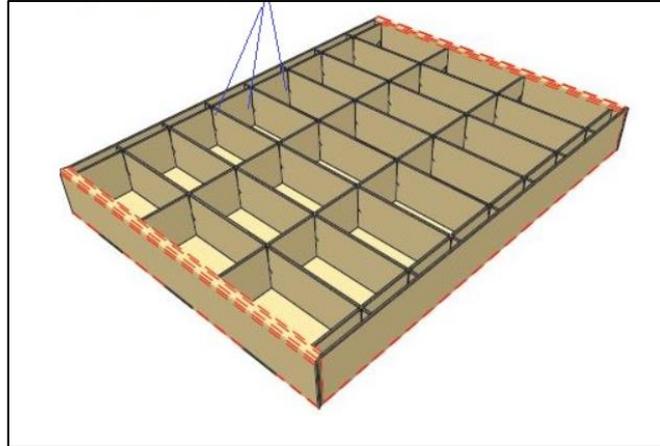
La implementación del sistema e-Kanban integrado con Power BI en la gestión de inventarios incrementó significativamente la eficiencia operativa y toma de decisiones de compra para el *material planner*. El e-Kanban automatizó el flujo de materiales, optimizando el reabastecimiento y reduciendo el riesgo de sobreproducción o rotura de stock. Debido a que al estar vinculado el ERP con Power BI, proporcionó una visualización en tiempo real de los datos de consumo, scrap y ajustes de inventario, permitiendo un monitoreo sostenible en el tiempo y la identificación inmediata de cuellos de botella o ineficiencias.

El concepto original de la tarjeta Kanban en esta implementación se traduce en el KPI que posee un buffer que indica a tiempo real la situación de cada referencia y las acciones a realizar según la necesidad. Este método considera los consumos reales de las referencias y otros movimientos que podrían afectar en la precisión del stock.

Por otro lado, el uso de Power BI facilitó la creación de *dashboards* y análisis predictivos para la ruptura de stock o paros de línea, esto tuvo un impacto directo en la planificación estratégica, ya que mejoró la visibilidad en la cadena de suministro y permitió la toma de decisiones basada en datos precisos. Finalmente, se logró una reducción notable en los tiempos de respuesta ante fluctuaciones en la demanda, una

mejora considerable en la precisión del suministro a los inventarios y una disminución de los costes de compra y de transporte.

Figura 27 Nuevo Packaging de Holders



Nota. Elaboración propia

Se cotizó un nuevo *packaging* reutilizable para mejorar la tarea de las declaraciones de producción, los conteos cíclicos y la trazabilidad del stock. Asimismo, se mejora el cuidado de la pieza puesto que previene deterioros por contacto entre *holders*.

Figura 28 KLTs con piezas en nuevo packaging



Nota. Elaboración propia

Luego de implementar este nuevo *packaging*, se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Reducción de Daños y Pérdidas.** Se ganó mayor protección durante el transporte y almacenamiento.
- **Incremento en la Productividad.** Reducción del tiempo necesario para desempacar y manipular las piezas.

Un packaging eficiente puede facilitar la estandarización y el conteo cíclico de piezas, lo que permite gestionar mejor el inventario y reducir el capital inmovilizado en almacenes.

Figura 29 Checklist 5S

Checklist 5S de Estanterías de Holders y Conteos Cíclicos
<p>1. Seiri (Clasificación - Sort)</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Se detecta artículos innecesarios de las estanterías?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Están los materiales necesarios en las estanterías correctamente clasificados y etiquetados?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Se han identificado claramente los artículos dañados o mal etiquetados para su retiro?</p>
<p>2. Seiton (Ordenar - Set in Order)</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Están los materiales almacenados en las estanterías de acuerdo con una secuencia lógica (por frecuencia de uso, categoría o tamaño)?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Los espacios de almacenamiento están claramente identificados y etiquetados (zonas, niveles de estantes, códigos de ubicación)?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Están las herramientas y equipos necesarios para los conteos cíclicos ubicados en el área de trabajo?</p>
<p>3. Seiso (Limpieza - Shine)</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Las estanterías están limpias y libres de polvo, suciedad y residuos?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Se respeta el cronograma definido para la limpieza regular de las estanterías?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Se ha verificado que los productos almacenados estén en condiciones óptimas (sin suciedad, sin empaques dañados)?</p>
<p>4. Seiketsu (Estandarización - Standardize)</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Están establecidas y documentadas las normas para el almacenamiento de materiales y la limpieza de las estanterías?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Los procedimientos de conteo cíclico están estandarizados y se siguen de forma regular (frecuencia de conteo, métodos de registro)?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Están visibles las instrucciones de limpieza y conteo cíclico en el área de trabajo?</p>
<p>5. Shitsuke (Disciplina - Sustain)</p> <p><input type="checkbox"/> ¿El equipo está capacitado para seguir y mantener las prácticas de 5S en el área de estanterías?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Se realizan auditorías periódicas para asegurar que las estanterías se mantengan en orden y limpias?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Se verifica que el ciclo de mejora continua en orden, limpieza y conteos cíclicos se esté implementando regularmente?</p>
<p>COMENTARIOS:</p>
<p>ESPECIALISTA:</p>
<p>TURNO:</p>
<p>FECHA:</p>

Nota. Elaboración propia

A través de la capacitación y la insistencia con el equipo, se logró instaurar este checklist basado en 5S, gestionado por los especialistas de turno con el fin de mantener el orden y la limpieza en las estanterías de los *holders*. Este tiene una frecuencia quincenal.

Figura 30 Estanterías antes y después

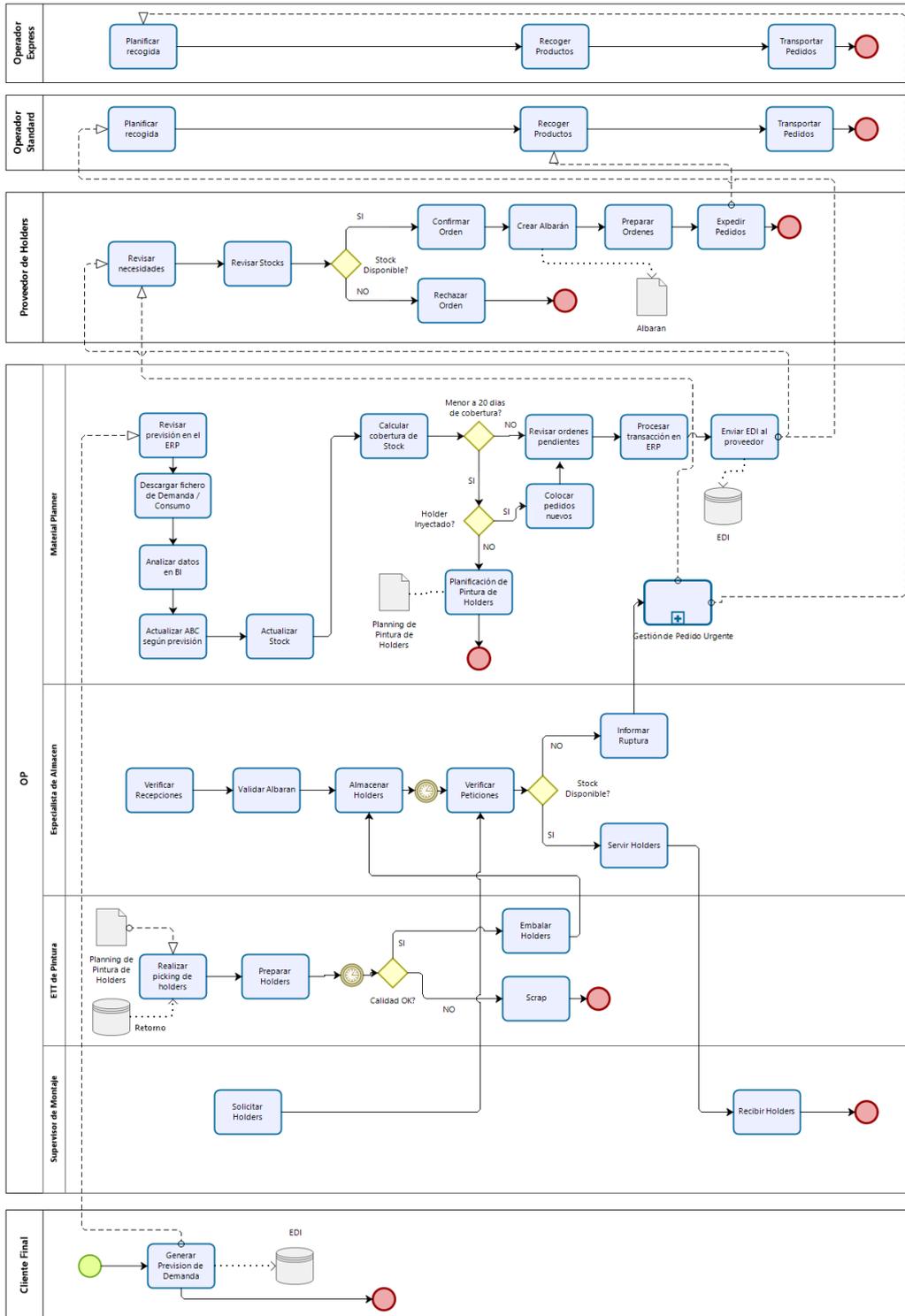


Nota. Elaboración propia

Como se puede observar, los resultados obtenidos en la prueba piloto son:

- La estantería se ve limpia, ordenada y completamente funcional, con cajas alineadas de manera uniforme.
- Todas las etiquetas y señales serían fácilmente visibles.
- La accesibilidad sería rápida y eficiente, eliminando cualquier necesidad de buscar productos o herramientas, ya que todo está claramente marcado y en su lugar adecuado.
- Presenta flexibilidad en la capacidad de máximos y mínimos para cada referencia.

BPM FUTURO



Nota. Elaboración propia

Los cambios relevantes para el diagrama BPM futuro se resumen en la implementación del análisis del E-KANBAN con Power Bi en la revisión de coberas de pieza inyectada y pintada. Se incluye descarga del fichero, el análisis en Power Bi y la posterior revisión de consumos y actualización del cálculo de cobertura. Asimismo, se dota de una PDA al personal externo de pintura de *holders* para que se realicen los movimientos y descuentos de manera correcta y se reflejen en el sistema.

COMPARATIVA DE RESULTADOS

	KPI AS IS	KPI TO BE	MEJORA (%)	Efecto
Val. De Stock (Eur)	95.101,00 €	41.758,94 €	44%	Reducción
Cobertura Promedio (Días)	20,0	10,2	51%	Reducción
% Sobreinversión	228%	0%	100%	Reducción
Coste por paros de línea / año	50.833,33 €	10.786,97 €	4,7	Reducción
Envíos Urgentes / año	22.841,57 €	8.580,24 €	2,7	Reducción
VNA Holder	38,4	30,4	20,8%	Reducción
VNA Bumper	38,9	30,9	20,6%	Reducción
Lead Time Holder	46,6	30,6	34,4%	Reducción
Lead Time Bumper	39,0	31,0	20,5%	Reducción

Nota. Elaboración propia

La imagen muestra la tabla de indicadores clave de rendimiento (KPIs) para evaluar el estado actual ("KPI AS IS") y el estado objetivo o futuro ("KPI TO BE") de diferentes aspectos relacionados con la gestión de inventarios y la producción. La columna "MEJORA (%)" cuantifica el porcentaje de mejora esperado para cada KPI, mientras que la columna "Efecto" parece estar pendiente de ser completada o podría estar destinada a especificar el impacto cualitativo de cada mejora.

Análisis de los KPIs

- **Val. de Stock (Eur):** Indica el valor en euros del inventario actual y su comparación con el valor esperado tras la implementación de mejoras. Se consigue una mejora del 44%.
- **Cobertura Promedio (Días):** Representa la cobertura promedio de inventario en días. Se obtiene una mejora del 51%, lo que sugiere una

optimización significativa en la gestión de inventarios. Asimismo, se posiciona por debajo de los 45.000 euros presupuestados.

- **% Sobreinversión:** Mide el porcentaje de sobreinversión en inventarios. La tabla indica una mejora del 100%, lo que implica la eliminación completa de esta sobreinversión.
- **Coste por paros de línea / año:** Refleja el coste asociado a las paradas de línea de producción, expresado en un promedio anual. La mejora que se evidencia es de 4,7 menos coste por paros de línea.
- **Envíos Urgentes / año:** Este indicador mide el número de envíos urgentes realizados al año, con una reducción de 2,7 veces.
- **VNA Holder:** Se refiere al tiempo de Non-Value-Added (VNA) del proceso de producción del "Holder". La mejora es de 20,8%.
- **VNA Bumper:** Se consigue también una mejora del 20,6% del tiempo original.
- **Lead Time Holder:** Se refiere al tiempo de proceso de producción del "Holder". La mejora es de 34,4%.
- **Lead Time Bumper:** Se consigue también una mejora de 20,5% del tiempo original.

La tabla refleja un enfoque en la mejora de la eficiencia operativa, la reducción de costes, y la optimización del inventario y la producción en general, lo cual es positivo para los objetivos planteados por OPMOBILITY.

6.2. Análisis Financiero

En esta sección se presenta el análisis financiero del proyecto de mejora de la gestión de inventarios y procesos logísticos en la industria de componentes “*holders*”. El objetivo principal de esta evaluación es determinar la viabilidad económica del proyecto y su capacidad para generar valor a la empresa a través de la aplicación de herramientas financieras como el Valor Actual Neto (VAN) y el Retorno sobre la Inversión (ROI).

A continuación, se presenta el flujo de caja estimado para el proyecto desde el mes uno de implementación completa para la reducción de incidencias en el aprovisionamiento y la mejora en la eficiencia del flujo de valor de la pieza final:

Tabla 7 Flujo de caja de la empresa OPMOBILITY

	Mes-1	Mes-2	Mes-3	Mes-4	Mes-5	Mes-6	Mes-7	Mes-8	Mes-9	Mes-10	Mes-11	Mes-12
Ingresos	421.124,00 €	428.276,00 €	425.788,00 €	452.812,00 €	450.928,00 €	452.708,00 €	418.304,00 €	448.196,00 €	451.356,00 €	409.340,00 €	424.072,00 €	454.560,00 €
Costes	- 361.324,39 €	- 367.460,81 €	- 360.642,44 €	- 368.588,97 €	- 391.856,43 €	- 353.564,95 €	- 331.296,77 €	- 379.622,01 €	- 367.403,78 €	- 324.197,28 €	- 331.200,23 €	- 370.011,84 €
Ahorro generado	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €	2.916,67 €
Ganancia Bruta	62.716,27 €	63.731,86 €	68.062,23 €	87.139,70 €	61.988,23 €	102.059,72 €	89.923,90 €	71.490,65 €	86.868,88 €	88.059,39 €	95.788,43 €	87.464,83 €
Impuestos	- 20.069,21 €	- 20.394,19 €	- 21.779,91 €	- 27.884,70 €	- 19.836,24 €	- 32.659,11 €	- 28.775,65 €	- 22.877,01 €	- 27.798,04 €	- 28.179,00 €	- 30.652,30 €	- 27.988,74 €
Ganancia Neta	42.647,07 €	43.337,66 €	46.282,32 €	59.255,00 €	42.152,00 €	69.400,61 €	61.148,25 €	48.613,65 €	59.070,84 €	59.880,38 €	65.136,14 €	59.476,08 €
Inversión Inicial	24.827,27 €											
VA	39.488,02 €	37.155,06 €	36.740,40 €	43.554,19 €	28.687,94 €	43.734,16 €	35.679,42 €	26.264,44 €	29.550,13 €	27.736,20 €	27.935,77 €	23.618,77 €
VAN	375.317,23 €											
ROI	14,12											
PAYBACK(meses)	0,45											

Nota: Elaboración propia

Figura 31 Ecuación del VAN

$$VAN = \sum_1^t \frac{FC_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Nota. Elaboración propia

- VAN = Valor Actual Neto
- FC_t = Flujo de caja en el año t
- r = Tasa de descuento
- t = Mes o período
- C_0 = Inversión inicial

El VAN positivo por 132.992,80 euros obtenido a partir de los cálculos financieros indica que los flujos de caja futuros, una vez descontados al presente, exceden los costos iniciales de inversión. Esto significa que el proyecto no solo es rentable, sino que, además, genera un excedente económico para la empresa. El hecho de que el VAN sea positivo es un indicativo clave de que la implementación del proyecto añadirá valor al negocio a largo plazo, justificando así la inversión inicial en términos de beneficios proyectados.

Figura 32 Ecuación del ROI

$$ROI = \frac{\text{Ganancia Neta}}{\text{Inversión Inicial}}$$

Nota. Elaboración propia

Por otro lado, el análisis también revela un ROI superior a 14, lo que refleja que, por cada unidad monetaria invertida en el proyecto, se obtendrán más de catorce veces dicha cantidad en beneficios. Este índice es un claro indicador de la elevada rentabilidad que se espera obtener de la implementación de las mejoras en la gestión de inventarios, aprovisionamiento y producción. Un ROI de este nivel no solo demuestra que el proyecto es financieramente sólido, sino que también asegura que la inversión realizada se recuperará en un corto plazo. Asimismo, se obtiene un *Payback* de 0,45 meses.

En resumen, los resultados financieros obtenidos a través de este análisis demuestran que el proyecto no solo es viable desde el punto de vista económico, sino que también presenta una oportunidad significativa a OPMOBILITY para mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa.

7. Conclusiones

En esta sección, se describirán las conclusiones y lecciones aprendidas sobre este TFM. Las mejoras implementadas mediante Lean Inventory, Kanban y Value Stream Mapping (VSM) en la gestión de inventarios y producción en el sector automotriz han demostrado una reducción significativa en costes operativos y en los tiempos de producción y montaje. La eliminación completa de la sobreinversión en inventarios, reflejada en un 0% de incremento del capital destinado a esta familia de productos, indica una optimización en la gestión del capital y una alineación más precisa entre inventario y demanda real, lo cual reduce el desperdicio y mejora el flujo de efectivo.

Por otro lado, en las áreas productivas afectadas por el desabastecimiento de piezas, los costes asociados a los paros de línea se han reducido en un promedio anual de 4,7, esto sugiere una mayor eficiencia y confiabilidad en la cadencia de producción objetivo y takt time, minimizando tiempos de inactividad costosos y mejorando la continuidad en montaje. En el funcionamiento de la *Supply Chain*, la reducción en envíos urgentes en 2,7 veces refleja una planificación más efectiva de los recursos y una sincronización mejorada entre los procesos de planificación de materiales, producción, la distribución y el almacenamiento.

Los tiempos de Non-Value-Added (VNA) se han reducido de manera significativa en el proceso de fabricación de componentes clave, con una disminución del 20,8% en el tiempo de producción de los "Holder" y un 20,6% en el de los "Bumper". Estas reducciones demuestran el impacto del VSM y Kanban en la eliminación de actividades innecesarias y en la simplificación de los procesos. Por último, la mejora en los tiempos de Lead Time en ambos componentes muestra una reducción de 34,4% para los "Holders" y 20,5% para los "Bumper" confirma que la implementación de Lean ha mejorado no solo los tiempos de respuesta a la demanda, sino también la capacidad de producción de las líneas de troquelado.

Asimismo, la planificación cambió al otorgar mayor visibilidad de la cadena de suministro al planificador maestro. Esta visibilidad se consigue a través de mejora de continua de procesos e implementación de herramientas tecnológicas de análisis y visualización de datos a tiempo real. Esto sugiere una lección importante puesto que fortalece la necesidad tener la mayor trazabilidad posible de las piezas *WIP* para optimizar los recursos de una empresa.

Un punto para destacar de la presente investigación es viabilidad financiera debido a los recursos accesibles necesarios para llevar este proyecto a cabo. Un ROI de 14 demuestra que el proyecto es financieramente sólido, y asegura que la inversión realizada se recuperará en un corto plazo.

En conclusión, las estrategias de Lean Inventory, Kanban, y VSM han optimizado los recursos directos e indirectos, reducido costes y tiempos, y mejorado la capacidad de respuesta en la cadena de suministro del sector automotriz de OPMOBILITY. Estos resultados se esperan fortalezcan la literatura y sustenten la viabilidad y eficiencia de una producción ajustada a las necesidades actuales del mercado, promoviendo una industria más sostenible y competitiva.

8. Líneas futuras de la investigación

Se considera que como parte de las líneas futuras en este campo se propone la complejidad del caso integrando otros componentes de los *bumpers* de serie. Asimismo, otra complejidad añadida sería la implementación de antenas *RFID* e *IoT* para evaluar el impacto de la digitalización en la reducción del *Lead Time*. Por último, ampliar la investigación sobre cómo la digitalización puede reducir la huella de carbono al incrementar la eficiencia los procesos logísticos y minimizar el uso innecesario de recursos.

Por otro lado, mediante la *IA* se podría automatizar el procedimiento de generación de indicadores para minimizar la interacción humana en el procesamiento de datos. Por ejemplo, el enfoque podría estar orientado en el desarrollo de algoritmos predictivos que ajusten con precisión los niveles de inventario en tiempo real.

Asimismo, otro punto a desarrollar es la integración de medición de consumo energético y reutilización de materiales directos e indirectos. Es importante ser eficiente para cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible.

Por último, se considera relevante comprobar mediante implementaciones la eficacia de esta propuesta en otros entornos productivos. Por ejemplo, otros sectores en los cuales se gestionen productos perecibles o productos con diferentes condiciones de almacenamiento.

9. Anexos

						W-35
Etiquetas de fila	Suma de CONSUMO TOTAL	C. Semanal	MOQ	Cobertura MOQ Semanas	Pedir	MD04
20016766	2148	537	200	0,4	537	OK
20016765	1370	343	200	0,6	343	OK
50167036	1083	271	40	0,1	271	OK
50167054	1083	271	40	0,1	271	OK
20129621	1083	271	40	0,1	271	OK
20129617	1083	271	144	0,5	271	OK
20129634	755	189	144	0,8	189	OK
20017255	734	184	144	0,8	184	OK
20017256	734	184	144	0,8	184	OK
20017257	734	184	300	1,6	300	OK
20017258	734	184	40	0,2	184	OK
20016857	668	167	40	0,2	167	OK
20129633	664	166	40	0,2	166	OK
20129626	660	165	40	0,2	165	OK
50167438	660	165	200	1,2	200	OK
50167447	660	165	200	1,2	200	OK
20129631	660	165	40	0,2	165	OK
50167051	632	158	200	1,3	200	OK
50167451	632	158	40	0,3	158	OK
20129583	540	135	40	0,3	135	OK
50167241	540	135	40	0,3	135	OK
20122951	506	127	144	1,1	144	OK
20122952	506	127	144	1,1	144	OK
20129632	484	121	144	1,2	144	OK
50167240	478	120	144	1,2	144	OK
20131908	478	120	40	0,3	120	OK
50167458	454	114	200	1,8	200	OK
50167437	454	114	40	0,4	114	OK
20129618	454	114	40	0,4	114	OK
20129619	454	114	40	0,4	114	OK
20129627	414	104	40	0,4	104	OK
50167340	400	100	40	0,4	100	OK
50167444	400	100	200	2,0	200	OK
20122927	383	96	40	0,4	96	OK
20122930	383	96	40	0,4	96	OK
20122928	383	96	40	0,4	96	OK
20122929	383	96	40	0,4	96	OK
20129586	320	80	200	2,5	200	OK
50167462	318	80	200	2,5	200	OK
20131904	318	80	40	0,5	80	OK
20129604	313	78	200	2,6	200	OK

MEJORA EN LA GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO DE PIEZAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTES
ASOCIADOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL EN VALENCIA

20129596	295	74	40	0,5	74	OK
20129592	285	71	40	0,6	71	OK
20129585	277	69	200	2,9	200	OK
50167061	269	67	40	0,6	67	OK
50167065	269	67	40	0,6	67	OK
20129602	269	67	40	0,6	67	OK
20131895	253	63	200	3,2	200	OK
50167238	248	62	40	0,6	62	OK
50167463	248	62	40	0,6	62	OK
20129588	246	62	40	0,7	62	OK
20129581	234	59	200	3,4	200	OK
50167475	231	58	200	3,5	200	OK
20129584	231	58	40	0,7	58	OK
20129582	231	58	200	3,5	200	OK
50167239	231	58	200	3,5	200	OK
20131913	216	54	40	0,7	54	OK
20131905	207	52	40	0,8	52	OK
20129601	204	51	40	0,8	51	OK
50167445	204	51	200	3,9	200	OK
50167304	204	51	40	0,8	51	OK
20131906	195	49	40	0,8	49	OK
20129628	192	48	40	0,8	48	OK
20129590	183	46	150	3,3	150	OK
20131896	182	46	150	3,3	150	OK
20129587	179	45	300	6,7	300	OK
50167520	179	45	300	6,7	300	OK
50167529	179	45	200	4,5	200	OK
50167305	173	43	300	6,9	300	OK
20131914	173	43	300	6,9	300	OK
20129614	173	43	40	0,9	43	OK
50167063	173	43	200	4,6	200	OK
20129612	173	43	40	0,9	43	OK
20129599	173	43	40	0,9	43	OK
50167452	173	43	150	3,5	150	OK
50167446	173	43	150	3,5	150	OK
20129623	172	43	200	4,7	200	OK
50167457	172	43	200	4,7	200	OK
50167443	172	43	200	4,7	200	OK
20016957	168	42	200	4,8	200	OK
20016958	168	42	40	1,0	42	OK
20129624	168	42	40	1,0	42	OK
20129600	162	41	40	1,0	41	OK
20016955	161	40	40	1,0	40	OK
20016956	161	40	0	0,0	40	OK
20129591	160	40	40	1,0	40	OK
50167464	159	40	40	1,0	40	OK
50167476	159	40	40	1,0	40	OK
50167519	159	40	40	1,0	40	OK

MEJORA EN LA GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO DE PIEZAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTES
ASOCIADOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL EN VALENCIA

20129605	159	40	0	0,0	40	OK
50167456	159	40	40	1,0	40	OK
20129603	159	40	40	1,0	40	OK
20131899	158	40	0	0,0	40	OK
20129593	158	40	200	5,1	200	OK
50167059	156	39	200	5,1	200	OK
20129595	155	39	0	0,0	39	OK
50167339	155	39	144	3,7	144	OK
50167455	155	39	144	3,7	144	OK
20129594	155	39	144	3,7	144	OK
20018237	154	39	144	3,7	144	OK
20018234	153	38	200	5,2	200	OK
20016865	147	37	144	3,9	144	OK
20131915	147	37	144	3,9	144	OK
20016863	147	37	40	1,1	40	OK
20016864	147	37	40	1,1	40	OK
20016862	147	37	40	1,1	40	OK
20129597	145	36	200	5,5	200	OK
20131916	144	36	200	5,6	200	OK
20129620	144	36	200	5,6	200	OK
20129598	141	35	200	5,7	200	OK
20018235	133	33	200	6,0	200	OK
20018236	133	33	200	6,0	200	OK
20016787	132	33	200	6,1	200	OK
20016785	132	33	200	6,1	200	OK
20016788	132	33	200	6,1	200	OK
20016786	132	33	200	6,1	200	OK
50167450	130	33	200	6,2	200	OK
50167449	130	33	200	6,2	200	OK
20129629	128	32	200	6,3	200	OK
50167236	124	31	200	6,5	200	OK

Día:

Informe de producción diaria de holders

PRODUCCIÓN DECLARADA			
Código inyectado	Código pintado	Descripción pintado	Cantidad

PRODUCCIÓN MONTADA SIN DECLARAR			
Código inyectado	Código pintado	Descripción pintado	Cantidad

DECLARADO DEL DÍA ANTERIOR			
Código inyectado	Código pintado	Descripción pintado	Cantidad

PLANIFICADO - NO PRODUCIDO			
Motivo	Código pintado	Descripción pintado	Cantidad

SCRAP			
Motivo	Código	Descripción	Cantidad

OBSERVACIONES

MEJORA EN LA GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO DE PIEZAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTES ASOCIADOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL EN VALENCIA

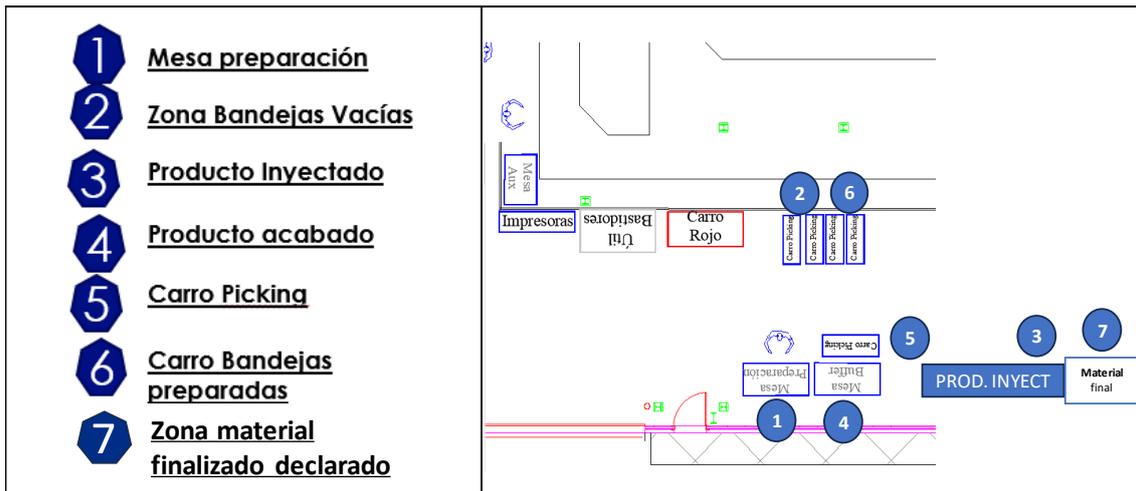
Element Time Analysis
 Conducted by: M. Campoy
 Carga + Inspección + Descarga

Nº Operación	Tipo de version	Tipo de Proceso	Work Element	Comments	VA	ENVA	NVA	TOTAL	Element Time	Acumulado	Range	Performance Rating	Personal Allowance	1
1	Descarga	Internalización Holders	D	Desplazarse a skid de descarga pintura (1/36)	0.03		1		0.18	0.00	0.00	94%	0%	6.00
2	Descarga	Internalización Holders	M	Aprovisionarse de placa 1 (1/18)	0.06	1			0.24	0.00	0.00	94%	0%	4.00
3	Descarga	Internalización Holders	D	Descargar placa 1 en carro (1/18)	0.06		1		0.41	0.00	0.00	94%	0%	7.00
4	Descarga	Internalización Holders	D	Desplazarse a posición parking carro y cambiar carro completo (1/36)	0.03	1			0.26	37.78	0.00	94%	0%	8.86
5	Descarga	Internalización Holders	M	Carga placa 1 en carro (1/36)	0.03	1			0.21	0.00	0.00	94%	0%	7.00
6	Descarga	Internalización Holders	D	Desplazarse a posición parking carro y cambiar carro completo (1/36)	0.03		1		0.33	36.00	0.00	94%	0%	11.08
7	Descarga	Internalización Holders	D	Volver al punto de trabajo de descarga (1/36)	0.03		1		0.26	37.78	0.00	94%	0%	8.86
				TOTAL 1 OP				1.89						
1	Preparación	Internalización Holders	D	Desplazarse a coger placa 1 a carro y volver (1/18)	0.06		1		0.30	36.00	0.00	94%	0%	2.22
2	Preparación	Internalización Holders	M	Descargar placa 1 en mesa (1/18)	0.06	1			0.47	36.00	0.00	94%	0%	5.00
3	Preparación	Internalización Holders	M	Presionar la placa (Se abre display visual de mapa virtual por placa) (1/18)	0.06	1			0.26	36.00	0.00	94%	0%	8.00
4	Preparación	Internalización Holders	M	Ir a coger KLT y volver a puesto de trabajo (1/18)	0.06	1			0.30	36.00	0.00	94%	0%	4.43
5	Preparación	Internalización Holders	M	Coger bandeja separadora y colocar en KLT (1/18)	0.06	1			2.25	36.00	0.00	94%	0%	5.00
6	Preparación	Internalización Holders	M	Inspeccionar holders (pack completo referencia) (1/18)	0.06	1			0.30	36.00	0.00	94%	0%	38.00
7	Preparación	Internalización Holders	M	Posicionar holders en caja (de dos en dos) (1/2)	0.30	1			2.66	36.00	0.00	94%	0%	5.00
8	Preparación	Internalización Holders	M	Freq. Posicionar tapa cartón en KLT (1/18)	0.06	1	1		2.36	36.00	0.00	94%	0%	5.00
9	Preparación	Internalización Holders	M	Freq. Etiquetar caja producto pintado (1/18)	0.06	1			0.62	18.16	0.00	94%	0%	40.00
10	Preparación	Internalización Holders	M	Freq. Posicionar caja en pallet final (1/18)	0.06	1			1.18	18.16	0.00	94%	0%	8.86
11	Preparación	Internalización Holders	M	Freq. Aprovisionarse cajas producto virgen (1/18)	0.06	1			1.31	18.16	0.00	94%	0%	20.00
12	Preparación	Internalización Holders	D	Freq. Devolver a estantería cajas producto virgen (1/18)	0.06		1		0.24	0.00	0.00	94%	0%	22.16
13	Preparación	Internalización Holders	M	Cargar placa virgen en placa	1.00	1			4.26	0.00	0.00	94%	0%	4.00
				Preparación Internalización Holders	D	Desplazarse a rack de placa NOK, scrap (1/100)		1	0.21	0.00	0.00	94%	0%	4.00
				Preparación Internalización Holders	M	Impulsar en trolley pieza para recuperar		1	2.00	0.00	0.00	94%	0%	20.00
1000				TOTAL 1 OP				18.61	0.00		0.00	94%	0%	

TIEMPOS TOTAL POR SECT (Cajas) 669,99 11,17 min
 TIEMPOS TOTAL POR PIEZA 3440 44,87 min







10. Referencias

- Abedsoltan, H. (2024). Applications of plastics in the automotive industry: Current trends and future perspectives. *Polymer Engineering and Science*, 64(3), 929–950. <https://doi.org/10.1002/pen.26604>
- Alcaraz, J. L. G., Sánchez-Ramírez, C., & López, A. J. G. (2021). Techniques, Tools and Methodologies Applied to Quality Assurance in Manufacturing. In *Techniques, Tools and Methodologies Applied to Quality Assurance in Manufacturing*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69314-5>
- Candea, S., & Gabor, M. R. (2024). Effects of Using Kanban System in Automotive Industry. A Case Study. In *Lecture Notes in Networks and Systems: Vol. 926 LNNS*. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54664-8_32
- Deokar, A., Aravind Raj, S., Jayakrishna, K., & Abdul Zubar, H. (2019). Implementation of Lean Concepts Using Value Stream Mapping in Automotive Firm. In *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6374-0_17
- Erkayman, B. (2018). Transition to a JIT production system through ERP implementation: a case from the automotive industry. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1–11. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1527048>
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones* (Quinta edi). Pearson Educación.
- Idris, M. R., Prakash, P. S., & Abdullah, A. (2020). E-Kanban hybrid model for Malaysian automotive component suppliers with IoT solution. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 0(March), 728–738.
- Ireson, W. G., & Juran, J. M. (1952). Quality-Control Handbook. In *Journal of the American Statistical Association* (Vol. 47, Issue 258). <https://doi.org/10.2307/2280757>
- ISO. (2024). *Normas*. <https://www.iso.org/es/normas/mas-comunes>
- Kaoru Ishikawa. (1986). *Guide to Quality Control*. Asian Productivity Organization.

- Kiran, M. B. (2022). *Enhancing Productivity of a Manufacturing Company Using Value Stream Mapping — A Case Study*. 395–404. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-7660-4>
- Kumar, S., Dhingra, A., & Singh, B. (2018). Lean-Kaizen implementation: A roadmap for identifying continuous improvement opportunities in Indian small and medium sized enterprise. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 16(1), 143–160. <https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2017-0083>
- Li, H., Ye, C., Zhou, Z., Zhou, X., Fu, X., & Peng, L. (2018). Research on Overall Improvement of Production Efficiency: A Case Study Based on Value Stream Mapping Analysis in Automobile Decoration Products Manufacturing Industry. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2019-Decem, 1240–1244. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607531>
- Mahendran, S., Senthilkumar, A., & Jeyapaul, R. (2018). Analysis of lean manufacturing in an automobile industry – A case study. *International Journal of Enterprise Network Management*, 9(2), 129–142. <https://doi.org/10.1504/IJENM.2018.093708>
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Pereira, M. T., Lyra, R., Moreira, M. Â. L., Oliveira, M., Ferreira, F. A., & Silva, F. J. G. (2024). *Design and Implementation of a Supplier Kanban System in the Automotive Sector: An Empirical Study* (Vol. 2). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61582-5_1
- Pinto, J. L. Q., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018). Lean Manufacturing and Kaizen. In *Management for Professionals: Vol. Part F628*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1_2
- Romeira, B., Cunha, F., Moura, A., & Degeit, G. /. (2021). Development and Application of an e-Kanban System in the Automotive Industry. *IEOM Monterrey*, 613–624.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda (Lean Enterprise Institute). In *Lean Enterprise Institute Brookline* (p. !). http://www.leanenterprises.com/Library/Learning_to_See_Foreword.pdf

- Sangwa, N. R., & Sangwan, K. S. (2023). Leanness assessment of a complex assembly line using integrated value stream mapping: a case study. *TQM Journal*, 35(4), 893–923. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2021-0369>
- SI IATF 16949. (2021). IATF - International Automotive Task Force IATF 16949 : 2016 – Interpretações Sancionadas. *Www.Iatfglobaloversight.Org*, 1–22.
- Simić, D., Svirčević, V., Corchado, E., Calvo-Rolle, J. L., Simić, S. D., & Simić, S. (2021). Modelling material flow using the Milk run and Kanban systems in the automotive industry. *Expert Systems*, 38(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/exsy.12546>
- Zhu, X. Y., Zhang, H., & Jiang, Z. G. (2020). Application of green-modified value stream mapping to integrate and implement lean and green practices: A case study. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(7), 716–731. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1667028>