

Soluciones I4.0 en una PYME

-



Adrián Albiach Plaza
(aalbiachp@uoc.edu)
12 de junio del 2023

Trabajo Final de Grado
Ámbito de especialización: Dirección General

Memoria final



Resumen

Este documento tiene como objeto el estudio y análisis de la viabilidad de implantación de diferentes tecnologías derivadas de la Industria 4.0 en una empresa manufacturera española con escasos recursos digitales previos, con el fin de reducir costes y mano de obra, y, por tanto, ser más competitiva en el mercado.

La contextualización del concepto 'Industria 4.0' se lleva a cabo en las fases iniciales del trabajo, y de manera transversal durante la realización de este, aportando el conocimiento necesario para abordar la cuestión de forma completa.

Este trabajo nace de la percepción de que diferentes áreas operativas de la compañía Levante Plastics podrían ser mucho más eficientes y eficaces, sobre todo, en los periodos en los que aumenta la demanda de manera significativa. A través de diferentes apartados de este trabajo se aborda de forma globalizada todos los hitos y herramientas que permiten analizar, investigar y concluir si es necesaria o no la implantación de estas tecnologías, como previamente se presume, y si en caso de serlo, resulta o no rentable para la compañía.

El estudio empírico versa sobre los indicadores clave de la corporación y permite determinar el grado de digitalización actual y futuro, así como la toma de decisiones sobre las soluciones a implantar.

Al concluir el estudio, se determina la flagrante necesidad de implantar soluciones tecnológicas propias de la Industria 4.0, las cuales aportan beneficios sustanciales en el área operativa, permitiendo el aumento de la competitividad de la empresa en el mercado a través de una reducción significativa de costes.

Palabras clave

Digitalización, Industria 4.0, tecnología, eficiencia, eficacia, producción, logística, calidad.

Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible con los que se identifica el presente trabajo son:

- ODS 9. Industria, Innovación e Infraestructura
- ODS 12. Producción y Consumo Responsables
- ODS 5. Igualdad de género

Abstract

The aim of this study is to evaluate the implementation of different Industry 4.0 technologies in a manufacturing company with scarce digital resources to reduce costs and labors and to improve its competence in the market.

The context of Industry 4.0 concept is addressed on the first part of the study and transversely through it, providing the necessary knowledge to answer the question in the most complete way.

This study sets from the common and previous perception of employees and directives of the Levante Plastics company about the possibility of different operative areas to be more efficient and effective, especially when demand increases significantly.

The present study approaches every fact and resource that allow to analyze if the implementation of such technologies is necessary as previously supposed to be, and in that case, if it is profitable or not.



This empirical study on the key performance indicators of the corporation will allow determining the degree of current and future digitization of the company, as well as decision-making on the solutions to be implemented.

Within the limitations of this study, it was concluded that the implementation of Industry 4.0 technologies was necessary. It affords substantial advantages in the operative area since it allows to increase the competitiveness in the market by a significant costly reduction.



Índice

1	Introducción	6
2	Justificación	6
3	Objetivo y alcance	6
4	Metodología	7
5	Perspectiva de género	7
6	Plan de trabajo	9
7	Contextualización Industria 4.0	10
7.1	Marco conceptual Industria 4.0	11
7.2	Herramientas aplicadas a la Industria 4.0	12
7.3	Estado actual de la cuestión	15
7.4	Claves de la transformación digital en la industria española	16
7.5	Madurez digital del sector industrial español	17
7.6	Diversidad de género y transformación digital	18
7.7	Diversidad de género y entorno industrial	18
7.8	Industria 4.0 para PYMES	19
8	Modelo de negocio - Levante Plastics	20
8.1	Misión, visión y valores	20
8.2	Escenario general Levante Plastics	20
8.2.1	Problemática actual - Departamento de logística	20
8.2.2	Problemática actual - Departamento de calidad	21
8.3	Business Canvas Model	21
8.3.1	Segmento de clientes	21
8.3.2	Propuesta de valor	22
8.3.3	Canales	22
8.3.4	Relación con los clientes	22
8.3.5	Aliados y asociaciones clave	23
8.3.6	Actividades clave	23
8.3.7	Recursos clave	23
8.3.8	Estructura de costes	23
8.3.9	Flujo de ingresos	24
8.4	Análisis DAFO	24
8.4.1	Debilidades	25
8.4.2	Amenazas	25
8.4.3	Fortalezas	25
8.4.4	Oportunidades	25
9	Análisis estructural – Levante Plastics	26
9.1	Igualdad de oportunidades	26



10	Datos - Levante Plastics	27
10.1	Metodología de análisis	27
10.2	Descripción y análisis de datos.....	27
10.2.1	Indicadores clave – área productiva:	27
10.2.2	Indicadores clave – área logística:	30
10.2.3	Indicadores clave – calidad y seguridad:.....	31
10.3	Resultado del análisis de datos	33
11	Propuesta de solución	36
11.1	Implantación Sistema de Gestión de Almacenes (SGA)	36
11.1.1	Introducción al concepto.....	36
11.1.2	Aplicación SGA - Levante Plastics	37
11.1.3	Implantación SGA - Levante Plastics	38
11.1.4	Recuperación de la inversión – SGA.....	38
11.2	Implantación visión artificial	39
11.2.1	Introducción al concepto.....	39
11.2.2	Aplicación Visión Artificial – Levante Plastics.....	39
11.2.3	Recuperación de la inversión – Visión Artificial	41
12	Conclusiones	42
13	Valoración personal	43
14	Autoevaluación	43
15	Referencias bibliográficas	44



1 Introducción

Con el paso del tiempo, los procesos industriales de las empresas productivas han ido evolucionando al mismo paso que lo ha hecho la tecnología, desde la primera revolución industrial, hasta la última, conocida como **Industria 4.0**.

Actualmente existe un interés generalizado en el entorno industrial por avanzar hacia una transformación de los actuales procesos productivos automatizados hacia los sistemas *ciberfísicos* (I4.0), que entre otras aplicaciones, dotan de inteligencia artificial a los equipos, y que por tanto, suponen una gran ventaja competitiva para aquellas empresas que son capaces de integrarlos y mantenerlos, de manera correcta, en el tiempo (Bayona, C. 2021). El aumento de la productividad y la eficiencia en los procesos son el eje propulsor de esta ‘revolución digital’ de las industrias que buscan diferenciarse en su sector o llevar a cabo un salto cualitativo significativo.

Este trabajo tratará de aportar una visión objetiva y generalizada sobre las nuevas soluciones tecnológicas que abordan el entorno industrial hoy en día, así como las diferentes oportunidades que pueden devenirse en el mundo empresarial para llevar a cabo una mejora competitiva de la mano de la digitalización.

2 Justificación

La integración de dispositivos tecnológicos y *softwares* dotados de inteligencia artificial en la industria, son una nueva forma de poder ofrecer a las empresas productivas herramientas que las hagan más competitivas en el mercado a través de la mejora de una o varias áreas. Hoy en día, todavía son escasas las compañías que integran este tipo de soluciones para mejorar sus procesos productivos y sus costes, y es por eso por lo que se considera muy relevante poder constatar la manera en la que puede impactar la tecnología, en una empresa productiva real (producción, logística, mantenimientos, etc.). Sobre esta materia en concreto podemos encontrar diferentes tipos de referencias, como investigaciones y documentos académicos, ya que estamos ante uno de los pilares fundamentales de la industria actual y merece ser analizada, estudiada y contrastada con mucho detalle.

El autor goza de gran cercanía con el contenido y la aplicación de este tipo de herramientas, además de estar continuamente alentado por la vanguardia tecnológica y desde hace alrededor de 5 años dedicarse por completo a la planificación industrial a nivel profesional, ocupando actualmente, la posición de *Planificador de la Producción* en una empresa industrial de inyección de plástico. Se considera firmemente que la atribución de este tipo de herramientas tecnológicas aplicadas a una empresa ‘tipo’, en un momento concreto, puede suponer una gran ventaja estratégica, económica y competitiva.

Este trabajo aportará un caso de análisis y aplicación de tecnologías derivadas de la Industria 4.0 en una empresa real, que servirá, entre muchas otras cosas, como ejemplo ilustrativo de modelo de empresa en la que poder aplicar, o no, este tipo de soluciones.

3 Objetivo y alcance

El objetivo general de este proyecto es tratar de cuantificar y concluir cómo y cuánto podrían mejorar diferentes áreas de una empresa productiva real a través del uso de tecnologías derivadas de la Industria 4.0.

Para tratar de llevar a cabo de manera exitosa los propósitos generales mencionados anteriormente, se dará respuesta a diversas preguntas, que formularán los objetivos específicos del trabajo:

- ¿Cómo puede llevarse a cabo una mejora competitiva a través del uso de herramientas derivadas de la I4.0, en la empresa Levante Plastics, para aumentar de manera significativa su competitividad en el mercado?
- ¿Pueden reducirse los costes operativos de una empresa industrial haciendo uso de soluciones derivadas de la Industria 4.0?
- En caso de llevar a cabo la ejecución de un proyecto de implantación de soluciones derivadas de la Industria 4.0, ¿Es esta una solución rentable?

Desde el inicio de la investigación se trabajará bajo la siguiente hipótesis:

- El uso de las herramientas tecnológicas adecuadas derivadas de la Industria 4.0, ayudará a Levante Plastics a llevar a cabo mejoras competitivas significativas a través de la reducción de costes operativos, la mejora del servicio al cliente y el aumento de la calidad de sus productos, entre otros.

El alcance del proyecto es tratar de mitigar las ineficiencias operativas de una empresa real a través del uso de las tecnologías ofrecidas por la Industria 4.0. Se pretende que, tras la finalización del proyecto, la empresa haya podido solventar las principales ineficiencias derivadas de los departamentos de producción, logística y calidad, entre otros, y que, por tanto, se lleve a cabo un ahorro considerable de recursos que permitan retornar la inversión en el menor tiempo posible y reducir los costes operativos de la empresa, para generar así, una ventaja competitiva en el mercado. Este trabajo tendrá como finalidad principal establecer bases teóricas sólidas para contextualizar y ejecutar un proyecto de transición hacia la Industria 4.0 en una empresa española del sector industrial con escasos recursos tecnológicos.

4 Metodología

Con la intención de poder validar de manera adecuada la hipótesis inicial y las diferentes preguntas expuestas este trabajo se lleva a cabo haciendo uso de un conglomerado de metodologías complementarias entre sí.

Por un lado, se establecerá la metodología cuantitativa para poder analizar de manera adecuada los diferentes indicadores de la empresa Levante Plastics y tratar de contextualizar correctamente la problemática actual, a la cual se tratará de dar solución durante el transcurso del propio trabajo. La utilización de esta metodología ofrecerá una visión holística de la cuestión sujeta a estudio.

Por otro lado, se hará uso de la metodología cualitativa, a través de la cual se estudiará de manera objetiva el fin que se pretende alcanzar haciendo uso de las herramientas que serán expuestas y que permitirán medir el éxito o fracaso resultado de la investigación (tablas, gráficos, imágenes, etc.).

Sin duda, la confluencia entre ambas metodologías serán las que determinen si la solución propuesta en el siguiente trabajo es o no la más adecuada. De manera complementaria, ofrecerán una gran cantidad de información.

5 Perspectiva de género

Durante la realización de este trabajo, se tendrá en cuenta de manera transversal la perspectiva de género focalizada en dos ámbitos, tanto en el papel de la mujer en el entorno industrial, como en su aportación a la digitalización de las empresas (Industria 4.0). Además, serán analizados y contextualizados ambos entornos de manera detallada a lo largo de la historia reciente.



Por otro lado, durante el transcurso del trabajo se realizará un análisis de la estructura humana de Levante Plastics donde se examinará la composición de esta y la paridad entre hombres y mujeres. Además, aprovechando la oportunidad que ofrece la puesta en marcha de un proyecto de digitalización industrial, serán propuestas diferentes medidas estructurales con el fin de mitigar la desigualdad de oportunidades, en caso de que estas existan.

A través del estudio y realización del presente trabajo, se contribuirá de manera concreta a la consecución del *ODS 5. Igualdad de género*.

6 Plan de trabajo

			Abril			Mayo			Junio		
			1	Sá.	Análisis DAFO	1	Lu.	Propuesta de solución	1	Ju.	Corrección de diseño
			2	Do.	Análisis DAFO	2	Ma.	Propuesta de solución	2	Vi.	Corrección de diseño
			3	Lu.	Análisis DAFO	3	Mi.	Propuesta de solución	3	Sá.	Corrección de diseño
			4	Ma.	Análisis CANVAS	4	Ju.	Propuesta de solución	4	Do.	Corrección de diseño
			5	Mi.	Análisis CANVAS	5	Vi.	Propuesta de solución	5	Lu.	Corrección de diseño
		Marzo	6	Ju.	Análisis CANVAS	6	Sá.	Propuesta de solución	6	Ma.	Revisión anexos
6	Lu.	Justificación de la elección del tema	7	Vi.	Análisis CANVAS	7	Do.	Propuesta de solución	7	Mi.	Revisión anexos
7	Ma.	Justificación de la elección del tema	8	Sá.	Análisis CANVAS	8	Lu.	Conclusiones	8	Ju.	Revisión anexos
8	Mi.	Objetivos y preg. de investigación	9	Do.	Recogida info. Paridad de género	9	Ma.	Conclusiones	9	Vi.	Revisión anexos
9	Ju.	Enfoque teórico y metodología	10	Lu.	Recogida info. Paridad de género	10	Mi.	Conclusiones	10	Sá.	Revisión anexos
10	Vi.	Redacción de resul. obtenidos	11	Ma.	Recogida info. Paridad de género	11	Ju.	Conclusiones	11	Do.	Revisión anexos
11	Sá.	Borrador de índice de trabajo	12	Mi.	Análisis Indicadores Clave - área productiva	12	Vi.	Conclusiones	12	Lu.	Entrega memoria y anexos
12	Do.	Plan de trabajo	13	Ju.	Análisis Indicadores Clave - área productiva	13	Sá.	Conclusiones	13	Ma.	Creación y estudio de presentación
13	Lu.	Plan de trabajo	14	Vi.	Análisis Indicadores Clave - área productiva	14	Do.	Conclusiones	14	Mi.	Creación y estudio de presentación
14	Ma.	Identificación ODS	15	Sá.	Análisis Indicadores Clave - área productiva	15	Lu.	Conclusiones	15	Ju.	Creación y estudio de presentación
15	Mi.	Reunión y entrega actividad 1	16	Do.	Análisis Indicadores Clave - área productiva	16	Ma.	Conclusiones	16	Vi.	Creación y estudio de presentación
16	Ju.	Recogida info. Levante Plastics	17	Lu.	Análisis Indicadores Clave - área productiva	17	Mi.	ODS	17	Sá.	Creación y estudio de presentación
17	Vi.	Recogida info. Levante Plastics	18	Ma.	Análisis Indicadores Clave - área productiva	18	Ju.	ODS	18	Do.	Creación y estudio de presentación
18	Sá.	Recogida info. Levante Plastics	19	Mi.	Análisis Indicadores Clave - área logística	19	Vi.	ODS	19	Lu.	Creación y estudio de presentación
19	Do.	Recogida info. Levante Plastics	20	Ju.	Análisis Indicadores Clave - área logística	20	Sá.	ODS	20	Ma.	Defensa TFG
20	Lu.	Recogida info. Levante Plastics	21	Vi.	Análisis Indicadores Clave - área logística	21	Do.	Índice	21	Mi.	Defensa TFG
21	Ma.	Recogida info. Levante Plastics	22	Sá.	Análisis Indicadores Clave - área logística	22	Lu.	Corrección ortográfica	22	Ju.	Defensa TFG
22	Mi.	Recogida info. Levante Plastics	23	Do.	Análisis Indicadores Clave - área logística	23	Ma.	Corrección ortográfica	23	Vi.	Defensa TFG
23	Ju.	Construcción marco teórico	24	Lu.	Análisis Indicadores Clave - área logística	24	Mi.	Corrección ortográfica	24	Sá.	Defensa TFG
24	Vi.	Construcción marco teórico	25	Ma.	Análisis Indicadores Clave - área logística	25	Ju.	Corrección ortográfica	25	Do.	Defensa TFG
25	Sá.	Construcción marco teórico	26	Mi.	Análisis Indicadores Clave - calidad y seguridad	26	Vi.	Corrección ortográfica			
26	Do.	Construcción marco teórico	27	Ju.	Análisis Indicadores Clave - calidad y seguridad	27	Sá.	Corrección ortográfica			
27	Lu.	Construcción marco teórico	28	Vi.	Análisis Indicadores Clave - calidad y seguridad	28	Do.	Corrección de diseño			
28	Ma.	Construcción marco teórico	29	Sá.	Análisis Indicadores Clave - calidad y seguridad	29	Lu.	Corrección de diseño			
29	Mi.	Construcción marco teórico	30	Do.	Análisis Indicadores Clave - calidad y seguridad	30	Ma.	Corrección de diseño			
30	Ju.	Construcción marco teórico	31	Mi.		31	Mi.	Corrección de diseño			
31	Vi.	Construcción marco teórico									

7 Contextualización Industria 4.0

Hasta el día de hoy, el perfil industrial adoptado por las empresas ha ido evolucionando a lo largo de las diferentes etapas que se han sucedido en la historia, precedidas e impulsadas, por diferentes cuestiones económicas y sociales, pero, sobre todo, tecnológicas. De forma particular, destaca el **solucionismo tecnológico** (Mozorov, 2012) como respuesta a casi todas las cuestiones técnicas planteadas en el mundo de la manufactura, a lo largo de la historia, bajo la idea inquebrantable de que *'no hay problema que no pueda verse resuelto por las empresas tecnológicas y el mercado'*.

Esta evolución del perfil industrial al que se han adaptado las empresas ha sido completamente correlativa a la complejidad tecnológica de los recursos con los que se ha contado durante el transcurso de la historia, es decir, conforme se suceden los avances tecnológicos, estos mismos son adoptados por la propia industria, generando valor y un cambio en el perfil industrial, tanto de las empresas, como de los profesionales que la forman, tal y como podemos apreciar en la *Figura 1*.

Desde la primera revolución industrial, comandada por los equipos mecánicos impulsados a vapor (o agua) dotados de una complejidad tecnológica escasa y basada en la energía mecánica, pasando por la segunda revolución industrial datada a finales del S. XIX, cuando se introduce por primera vez la electricidad y el petróleo como principales fuentes de generación energética en la industria. Más tarde, allá por el 1970

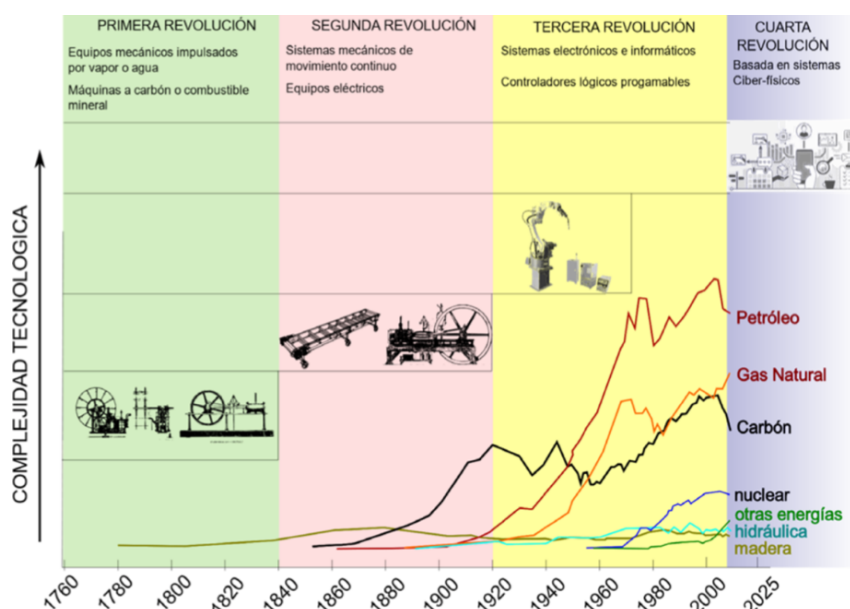


Figura 1. Complejidad tecnológica y revolución industrial

aproximadamente, se comienza a vislumbrar los primeros conceptos de aplicación de ciertas tecnologías de la información y los controladores lógicos y programables, que, entre muchas otras cosas, permitían la división de tareas, dando lugar a la tercera revolución industrial. Por último, se llevó a cabo la cuarta revolución industrial (o también conocida como Industria 4.0) en la que el mundo lleva sumergido desde el año 2011 aproximadamente, y sobre la que versa mayoritariamente el contenido principal de este trabajo, basada, según la *IEBS Digital School*, en conceptos tecnológicos tan concretos como: la inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas (IoT) y la automatización, entre otros, como conductores principales hacia la mejora de la eficiencia y la productividad del sector secundario de la economía.

Esta última y contemporánea revolución industrial cobra una gran importancia en el paradigma histórico, ya que, no solo afectará a los procesos productivos, si no que irá mucho más allá, implicando un gran cambio generacional, mejorando las operaciones de negocio tradicionales, el crecimiento de los ingresos de las compañías, transformando tanto los productos, como la cadena de suministro y las expectativas de los clientes. Es decir, esta 'nueva' revolución industrial no solo tiene repercusión directa sobre las empresas manufactureras, sino que, además, es muy



probable que modifique tanto la forma en que realizamos ciertas acciones, como la interacción entre empresas y clientes, incluso llegando a repercutir en las capacidades y roles laborales.

Sin duda, es muy probable que las herramientas tecnológicas derivadas de la Industria 4.0 acaben conduciendo a productos y servicios radicalmente nuevos, puesto que la industria, además de ser más competitiva, estará dotada de instrumentos que impulsarán la creatividad en los procesos de diseño y pruebas, 'conectando' productos que hasta ahora estaban 'desconectados'.

7.1 Marco conceptual Industria 4.0

El concepto de Industria 4.0 fue utilizado por primera vez por politólogos alemanes definiendo los procesos basados en tecnología que se comunican de manera independiente y autónoma a través de la cadena de valor de las empresas. A partir de este momento, los sensores, las máquinas, los componentes y sistemas informáticos, quedarían, al menos conceptualmente, ligados a través de la cadena de valor de la empresa. Estos sistemas, tendrían la capacidad de interactuar entre ellos a través de los diferentes protocolos ofrecido mediante el uso de internet con la capacidad de analizar multitud de datos para prever errores, configurarse de manera autónoma y adaptarse a los diferentes cambios que pudieran sucederse.

Desde hace algunos años, son muchas las corporaciones que tratan de adaptar una solución tecnológica a sus procesos, tras identificar, de manera concreta, cuáles son sus puntos débiles. Esta serie de adaptaciones tecnológicas permite a las empresas comprender los cambios tecnológicos llevados a cabo en el sector empresarial, y, por tanto, corren menos riesgo de perder cuota de mercado y de ser, en definitiva, menos competitivos. Para los actores más clásicos supone un gran cambio de paradigma en la manera de hacer de sus propias empresas ya que estos suelen trabajar con datos y comunicaciones completamente lineales, tal y como ilustra la prestigiosa empresa de auditoría tecnológica, entre muchas otras cosas, *Deloitte* en su artículo *¿Qué es la Industria 4.0? (2023)*. Estas comunicaciones lineales evolucionan a través de la aplicación de herramientas derivadas de la Industria 4.0, donde el acceso a tiempo real de la información está completamente instigado por el continuo y reiterativo flujo de información e interacciones entre el mundo físico y digital. Este flujo, anteriormente mencionado, se reproduce a través de una cadena de acciones conocida como *PDP (physical-to-digital-to-physical)* que resulta en:

- **Mundo físico – Mundo digital:** Se lleva a cabo la identificación de la información en el mundo físico para posteriormente ser registrada en el espacio digital correspondiente.
- **Mundo digital – Mundo digital:** Se interpreta, analiza y comparte esta información para tratar de descubrir qué datos son de utilidad y cuáles no.
- **Mundo digital – Mundo físico:** Las decisiones tomadas tras realizar los diferentes análisis de datos en el mundo digital se traducen como acciones y cambios aplicados en el mundo físico.

La industria 4.0 supone un nuevo concepto a la hora de comprender la evolución tecnológica presente de las empresas, dotando a estas de una mayor competitividad a través de la mejora en la eficiencia y eficacia de sus procesos, un incremento en la personalización de los productos y por supuesto, una reducción de costes.

7.2 Herramientas aplicadas a la Industria 4.0

Son múltiples las herramientas que permiten llevar a cabo una simbiosis entre el mundo productivo más elemental y las tecnologías de la información y comunicación que permiten transformar de manera radical la cadena de valor de las empresas manufactureras. Consultar *Anexo I* para observar una representación gráfica de las mismas. A continuación, serán descritas y expuestas las nueve principales tecnologías, que ya están puestas en práctica en multitud de industrias, según un artículo del *Ministerio Español de Industria, Cultura y Turismo (2020)*, y que formulan los pilares fundamentales sobre los que se sustenta la aplicación práctica de esta cuarta revolución industrial:

- **Big data and analytics:** Análisis de gran volumen de datos que exceden la capacidad de procesamiento de los sistemas informáticos clásicos. El *Big data and analytics* representado por equipos de producción inteligentes o sistemas de gestión de clientes y proveedores, entre otros, ayudarán a realizar una toma de decisiones eficaz y en tiempo real.

Algunas de las ventajas derivadas del uso de *Big Data and analytics*, son:

- **Incremento de la productividad y la eficiencia:** Las herramientas digitales procesan muy rápido los grandes volúmenes de datos y los facilitan a los empleados para poder analizar con más exactitud.
 - **Mejora en la toma de decisiones** al proporcionar una base de datos más informada, estructurada y confiable.
 - **Reducción de costes:** El aumento de la productividad de los empleados podría llegar a suponer un significativo ahorro en costes e impactar de manera positiva en la rentabilidad de las empresas.
 - **Detección de fraudes y/o anomalías:** A través del análisis en los datos, el Big Data es capaz de detectar errores en las actividades y anomalías fruto de un fraude.
 - **Añade información** sobre la experiencia del consumidor (gustos, horarios, etc.)
- **Robots autónomos:** Los robots están siendo dotados cada vez de mayor autonomía, flexibilidad y poder de cooperación con los humanos. Además, están dotados de una gran capacidad de aprendizaje, por lo que se estima que podrían llegar a sustituir una innumerable cantidad de mano de obra humana a lo largo de la presente década. La reducción de los precios, tanto de los *softwares* como de los equipos físicos, ayudaría a mejorar la rentabilidad de estas soluciones tecnológicas y que, por tanto, fuera más factible para las empresas incorporarlas.

En el campo de aplicación de los robots autónomos de la Industria 4.0 cabe destacar la **robótica colaborativa**, la cual se caracteriza por la capacidad de poder interactuar directamente con los humanos debido a la gran accesibilidad y seguridad con la que cuentan este tipo de dispositivos. Esta capacidad de interacción con los humanos supone un gran aporte de valor a la producción de las empresas derivado de la optimización de procesos que supone y el aumento de la calidad del producto. Estos robots son accesibles y flexibles ya que cualquier operario y empresa puede llegar a programar este tipo de autómatas y, además, estos pueden ser adaptados a multitud de tareas diferentes sin modificar sus características físicas, debido a su gran capacidad de programación.

En definitiva, a través de los robots autónomos se pretende aportar a la Industria 4.0 la liberación de trabajos repetitivos y costosos con bajo aporte de valor por parte de los operarios, hacia las empresas, para así aumentar la eficacia, la productividad y la calidad de los productos, y además, reducir los costes de los procesos.



- **Simulación:** Las simulaciones son capaces de reproducir el mundo físico en un entorno virtual permitiendo realizar pruebas prácticas en búsqueda de la mayor optimización de procesos, entre otros, sin que tengan repercusión sobre la realidad.

Cabría destacar dos grupos diferenciados en lo que respecta a la simulación. Por un lado, se encuentran aquellas herramientas capaces de simular elementos sólidos y fluidos relacionados directamente con la mecánica computacional y, por otro lado, existen herramientas orientadas hacia la resolución de problemas sistemáticos de una corporación o cadena de valor. Las herramientas orientadas hacia la resolución de problemas sistemáticos se dividen en: simulación continua (donde las variables de estado varían de manera continua en un periodo de tiempo determinado), simulación discreta (el modelo varía en función de los eventos que se llevan a cabo en intervalos de tiempo indeterminados) y simulación por agentes (moldea las interacciones individuales de diferentes individuos en un sistema único).

Se prevé, según un estudio realizado por la empresa tecnológica Siemens (2020), que la simulación cobrará cada vez más importancia en la toma de decisiones de las empresas, sobre todo, en las fases iniciales de los proyectos.

Por todo esto, las simulaciones suponen una gran herramienta a la hora de tomar decisiones en los niveles estratégicos, tácticos y operativos de las empresas, ya que, permite evaluar diferentes escenarios y aplicarlos de manera simulada sin necesidad de realizar grandes inversiones ni incurrir en altos costes.

- **Integración horizontal y vertical de sistemas:** La posibilidad de integrar el flujo de comunicación de toda la cadena de suministro entre proveedores, fabricantes y clientes, así como los propios departamentos de una misma corporación (ingeniería, contabilidad, logística, etc.), permitirá facilitar y optimizar los flujos de comunicación entre los diferentes actores.

Este concepto se erige como la 'columna vertebral' de la industria 4.0 debido a la importancia que cobra el flujo de información en la integración de los diferentes actores de la cadena de valor. Por un lado, la integración horizontal se lleva a cabo en los niveles más operativos; como la planta de producción de las empresas, donde se encuentra la maquinaria conectada y comunicada con los sistemas principales, además de llevarse a cabo en todas las fases de la cadena de suministro. Por otro lado, la integración vertical trata de componer el nivel jerárquico en una solución integral: **Nivel 1** – Planta conectada a través de sensores. **Nivel 2** – regulación de máquinas y sistemas. **Nivel 3** – monitorización de las líneas productivas. **Nivel 4** – Planificación de la producción o gestión de la calidad, entre otros. **Nivel 5** – Planificación corporativa y gestión documental, logística y de producción. Algunas de las herramientas clásicas en integración vertical son los controladores de procesos de fabricación (PLC), los *softwares* de control y seguimiento en tiempo real de la producción de la producción (MES) tecnologías de automatización que integran *software* y *hardware* (SCADA) y los sistemas de gestión corporativa (ERP).

- **Internet de las cosas (IoT):** Los diferentes dispositivos productivos tradicionales se adaptan o sustituyen por dispositivos con la capacidad de comunicarse a través del uso de internet con los controladores centrales para analizar la información en tiempo real y favorecer la rápida respuesta en la toma de decisiones.

La herramienta clave para una correcta aplicación del IoT son sensores instalados en los dispositivos. Estos, son capaces de medir y detectar variables del mundo físico a través de diferentes tecnologías como las comunicaciones inalámbricas o los sistemas de identificación automática para traducirlos en el mundo virtual, siempre, a través de la conectividad a internet. Esto, trae consigo una gran batería de ventajas, como poder



diagnosticar diferentes averías o deficiencias en los sistemas sin tener que atenderlos de manera física o seguir el ciclo productivo de una planta industrial desde cualquier dispositivo inteligente a distancia y sin la necesidad de desplazarse de manera física hasta el lugar.

Según el estudio realizado por la prestigiosa consultora *Morgan Stanley* (2016), la ciberseguridad supone casi el 50% de desafíos de entrada de esta herramienta en el mundo industrial, seguido de la falta de estandarización. No obstante, también proporciona numerosas ventajas, como son:

- Aparición de nuevo modelos de negocio
 - Eficiencia operativa y mayor productividad
 - Mayor conocimiento sobre la demanda y consecuente fidelización de los clientes
 - Agilidad en el proceso de innovación de los productos
 - Reducción de costes
- **Ciberseguridad:** El incremento de la conectividad entre los diferentes dispositivos de la industria aumentará la vulnerabilidad de los sistemas informáticos, haciendo necesaria la protección de los aparatos industriales críticos y las líneas de producción contra las posibles amenazas que puedan sucederse. Además, también será necesario proteger de manera activa la propiedad intelectual, los datos personales y la privacidad.

La ciberseguridad es un aspecto clave en la composición de las herramientas de la Industria 4.0 por diferentes razones; con el fin de poder asegurar los procesos conectados que se llevan a cabo a través de la cuarta revolución industrial es necesario dotar a los sistemas de suficiente seguridad con el fin de no comprometer datos privados de las empresas que puedan ser susceptibles de robo o manipulación, así como garantizar la confidencialidad de los mismos.

- **La nube:** Precedido por la necesidad de comunicación entre diferentes sistemas y servicios, la cantidad de datos generados por las tareas basadas en la producción serán vertidas a 'la nube' con el fin de reducir los tiempos de reacción a apenas unos milisegundos. De manera integral, podrían gestionarse todos los procesos de una compañía desde 'la nube'.

Estos servicios de computación se definen mediante fórmulas diferentes en función del uso que se le quiera dar al servicio o del control que tenga el usuario final de la propia solución. Los principales servicios *Cloud Computing* son:

- **IaaS** (*Infrastructure as a Service*): suele ser la infraestructura más utilizada en el entorno industrial, y en concreto, en la Industria 4.0. Los usuarios finales tienen un control total sobre la infraestructura contratada.
 - **PaaS** (*Platform as a Service*): este otro modelo de servicio *Cloud Computing*, utilizado en la Industria 4.0, se refiere a los entornos en los que trabajan los programadores y crean las diferentes aplicaciones informáticas.
 - **SaaS**: (*Software as a Service*): Esta última modalidad, también muy común, relaciona a los proveedores con los clientes a través del ofrecimiento de determinadas aplicaciones estándar.
- **Fabricación aditiva:** La fabricación aditiva, basada en la impresión 3D a través del uso de diferentes materiales (plástico, hormigón, metal, etc.), permite la fabricación de prototipos a través de la reducción de coste y tiempos, además de favorecer a la producción de lotes cortos y personalizados, mejorando los costes logísticos de las compañías.

Tal y como se expone en un artículo de la *Universidad Internacional de Valencia (VIU)*, las aplicaciones de la fabricación aditiva son ilimitadas, y no solo tendrán repercusión en el futuro en el entorno industrial, si no que puede llegar a suponer una gran revolución en otros sectores, como el sanitario. Actualmente, el uso principal de esta tecnología va destinado a la industria aeronáutica, restauraciones dentales, implantes médicos, automóviles e incluso productos de moda.

- **Realidad aumentada:** La realidad aumentada favorece a la transmisión de conocimiento en los procesos y la operativa de las empresas, sobre todo, incidiendo de manera rotunda a través del flujo de información en tiempo real en las áreas productivas y logísticas (instrucciones de reparación y mantenimiento, preparación de pedidos, etc.). Por ejemplo, a través del uso de gafas de realidad aumentada dotadas con esta tecnología se mezclan los elementos reales físicos con los virtuales.

Estas tecnologías generan beneficios tanto para el proceso productivo, como para el producto y el modelo de negocio, haciéndolos más flexibles y eficientes. Además, esta incorporación de nuevas tecnologías permite la aparición de nuevos productos y la mejora de ciertas funcionalidades de los ya existentes, como ya ha ocurrido con los tejidos inteligentes, o los componentes digitales incorporados en el sector del automóvil, que actualmente representa entorno al 45% del valor del producto.

7.3 Estado actual de la cuestión

En el año 2020, tras la aparición de la pandemia y su consecuente ralentización general del panorama global, las empresas y sus empleados, se vieron involuntariamente obligadas/os a apostar por la transformación digital. La falta de recursos de personal, el teletrabajo y las dificultades logísticas en las que el mundo empresarial se vio abocado, tuvo un resultado positivo en la creación de un impulso extra en las áreas de I+D y la exploración de nuevas posibilidades tecnológicas, como un nuevo entorno en remoto y más flexible.

Según el *IV estudio de Smart Industry (2021)*, las empresas han ido desarrollando en su negocio cadenas de suministro más ágiles y flexibles y con mayor autonomía digital con el fin de acelerar la recuperación económica tras la grave crisis sanitaria por COVID-19 y colaborar en la creación de un entorno industrial digitalizado, conectado y sostenible. Algunas de las herramientas actuales, líderes en la transformación digital del sector, son: la conectividad 4G y 5G, que permiten la conectividad de multitud de dispositivos de manera flexible e inalámbrica, plataformas dotadas de tecnología para la extracción y procesamiento de la información de máquinas y sensores, aplicaciones de Big Data e Inteligencia artificial (IA) necesarias para tomar decisiones estratégicas y elementos de seguridad informática.

El cometido principal de la Industria 4.0 actual es tratar de fusionar todas las herramientas tecnológicas de manera sincronizada de forma que aporte valor durante toda la cadena de suministro, en cada uno de los procesos que se lleven a cabo, de extremo a extremo, satisfaciendo las necesidades de todas las partes implicadas.

Por otro lado, sectores como el automóvil, la producción de bienes básicos, el químico, farmacéutico, metalúrgico o el transporte y la logística también han experimentado un gran impacto de digitalización en los últimos años, sobre todo, de la mano de la inteligencia artificial. Esta precisión de digitalización en estos sectores más tradicionales abre el debate sobre contratar nuevos profesionales con formación específica en el entorno digital o formar al equipo humano con el que las empresas ya cuentan, encargado de orquestar esta transformación en las industrias y su consecuente avance cultural (Figura 2.). Según un estudio realizado por la *Harvard Business Review (2021)*, contratar un empleado con formación previa cuesta alrededor de 6 veces más que formarlo de manera interna, por lo que podría resultar clave una apuesta firme y consolidada por la formación corporativa que permita a sus empleados desarrollar nuevas habilidades digitales.

Tal y como se menciona en el estudio de *Roland Berger* para la multinacional *Siemens - España 4.0 El reto de la transformación digital de la economía (2016)*, en el 20% de las empresas españolas no se realiza ninguna formación digital y en el 62% de las empresas que lo han ofrecido, no han alcanzado a recibir el curso más del 60% de los empleados.

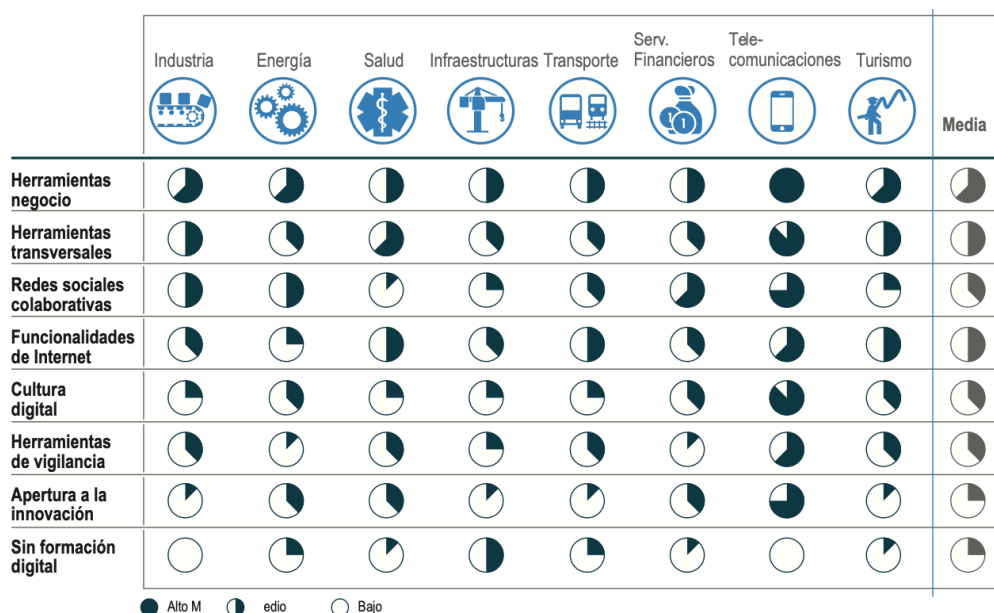


Figura 2. Formación digital a empleados por sector

Fuente: Roland Berger - Cuestionario digitalización 2015-2016

7.4 Claves de la transformación digital en la industria española

Las transformaciones digitales son necesarias para poder modificar las corporaciones hacia una realidad digital palpable. En muchos casos, esto supone la transformación de la manera de trabajar, de sus modelos económicos, de negocio y de la cultura empresarial. Tal y como se menciona en el estudio realizado por *Roland Berger* la digitalización de cada uno de los sectores se lleva a cabo a través de la aparición de nuevos estándares de la cultura digital, mediante tres palancas fundamentales:

- **Focalizar la atención sobre el cliente:** El uso que los clientes hacen de la tecnología modifica la demanda de los diferentes productos y servicios ofrecidos por las industrias y sectores. Mediante el uso de herramientas como la inteligencia artificial y el Big data, deberá ser analizada y procesada la información procedente de los clientes con el fin de interpretar sus diferentes prioridades y modificaciones de la demanda.
- **Atención sobre los empleados:** Es esencial embarcar a todos los empleados de la empresa de manera horizontal en la transformación digital que se lleve a cabo. Los empleados son una fuerza de cambio vital y habitualmente esperan que la empresa adopte diferentes propuestas digitales que les dote de mayor autonomía a través de nuevas formas de trabajar.
- **Colaboración estrecha con el ecosistema:** Las empresas deben permanecer atentas a todo lo que suceda en el entorno exterior puesto que existen multitud de oportunidades

relacionadas con la innovación y la posibilidad de compartir y crear alianzas que favorezcan al desarrollo digital.

El estudio de *Roland Berger* resalta la forzada adaptación de las empresas españolas en lo que a soluciones digitales se refiere con un dato bastante esclarecedor; mientras el porcentaje de compras online por parte de los consumidores españoles se ha disparado en un 41%, la cantidad de empresas que realizan ventas online solo ha aumentado un 3% en el mismo periodo de tiempo. Es por esto por lo que, si bien las empresas españolas dominan los usos básicos digitales, todavía son muchas las que miran con inseguridad la innovación hacia usos más avanzados y complejos.

Según los datos del estudio mencionado anteriormente, únicamente el 38% de las empresas españolas cuentan con una estrategia digital formalizada, de las cuales solamente el 60% la ha transmitido a la compañía de la manera correcta, a través de los canales adecuados y con un alcance certero. Además, solo un 74% de las empresas tiene establecido un responsable de transformación digital, un aspecto clave para llevar a cabo con éxito la estrategia.

7.5 Madurez digital del sector industrial español

Son diferentes las empresas industriales que han decidido apostar por la digitalización de manera disruptiva en sus procesos, logrando una automatización total de sus líneas productivas y un nivel de interconectividad total en la relación *empresa – cliente*. Alternativas digitales como la monitorización y sensorización de plantas está permitiendo a empresas nacionales como *Seat* o *ITP* una reducción muy significativa de consumos de materias primas y energías, además de un aumento significativo de la calidad de sus productos. No obstante, esta transformación digital de las empresas industriales ha de llevarse a cabo con cautela, puesto que se trata del sector con más ataques cibernéticos (24%). Estos ataques, pueden ser traducidos en pérdidas multimillonarias.

Por lo que respecta a la aceptación de la digitalización por parte de los empleados en el sector industrial, cabe enfatizar que se trata del sector en el que se percibe con mayor positivismo por lo que respecta a la productividad y contratación de empleados. No se percibe como una amenaza hacia el empleo. Como resultado del estudio realizado por *Roland Berger* sobre un conglomerado representativo de empresas industriales españolas (automoción, aeronáutica, química, textil, bienes de equipo), todas están de acuerdo en que la productividad aumenta con la digitalización. Curiosamente la mitad de ellas concluyen que la contratación sube, mientras que el otro 50% piensa que no, aunque ninguna determina que pueda reducir el empleo y únicamente sirve como complemento de los recursos físicos ya existentes. Además, de estos datos, cabe resaltar que se trata del sector, con diferencia, que más uso hace de las herramientas de colaboración (91%) y el que más interés tiene por incluir la impresión 3D en sus procesos de transformación.

Conviene resaltar que se trata del único sector en el que el 100% de los actores se encuentran de acuerdo la hora de determinar que la digitalización ofrece ventajas competitivas para las empresas, aunque solo el 36% las considera como significativas.

En nuestro país, se consideran como principales barreras a la digitalización por parte de las empresas el coste de las tecnologías, la técnica o falta de competencias, y la resistencia al cambio.

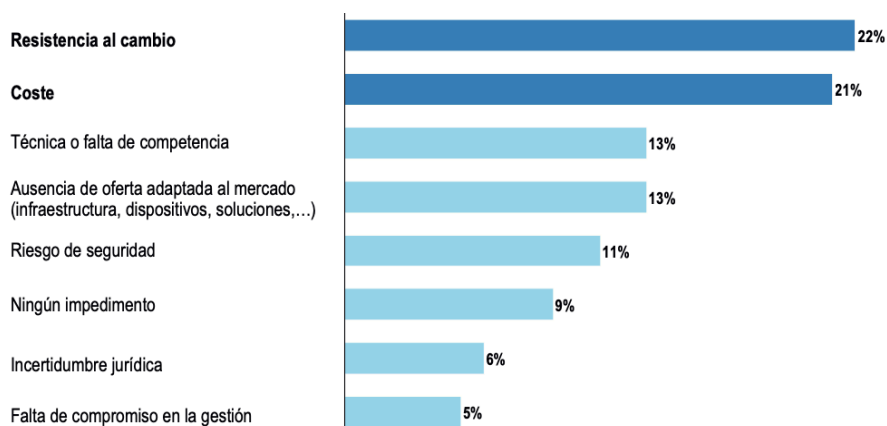


Figura 3. Barreras a la transformación digital en España

Fuente: Roland Berger - Cuestionario digitalización 2015-2016

El estudio realizado por la Consultora *NTT DATA* junto con el *Observatorio Industria 4.0 (2021)* en su cuarta edición, reafirma el crecimiento exponencial de la digitalización en el sector industrial, así como el ligero aumento de la inversión en planes de transformación digital por parte de las empresas, motivado principalmente, por la crisis de componentes derivada de la situación excepcional provocada por la COVID-19 durante los últimos años.

7.6 Diversidad de género y transformación digital

Es evidente que la paridad de género supone un gran desafío social desde hace más de un siglo, sin embargo, no fue hasta hace solamente 10 años cuando se decidió plasmar esta problemática de manera oficial incluyendo un punto sobre esta cuestión en La Agenda 2030 – en el *ODS 5. Igualdad de género*. Lamentablemente todavía existe una gran cantidad de trabajo por hacer en este ámbito y hoy en día, según el libro *Las mujeres en distintos sectores de la actividad en España. Evolución y liderazgo*, las mujeres, pese a alcanzar el 58% de las nuevas titulaciones universitarias únicamente ocupan el 20% de los comités de dirección y el 30% de los consejos de administración de las empresas. Estos datos tan devastadores comprometen a las administraciones de cualquier tipo a seguir luchando por alcanzar una paridad total en el entorno laboral.

Por lo que respecta al sector de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), principal propulsor de la industria 4.0, se puede observar una gran falta de profesionales mujeres debido, principalmente, a la falta de referentes, la brecha salarial y la existencia de roles de género. Según un estudio del *Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones (2021)*, el 77% de las personas que conforman este conglomerado de empleos relacionados con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), son hombres, por lo que, aprovechar el veloz ritmo de la transformación de la industria podría ser clave para llevar a cabo una equiparación mucho más rápida. Otro estudio de *CrowdStrike* revela que, a nivel global, únicamente el 25% de las mujeres consideran una carrera universitaria en ingeniería, mientras que, por el contrario, el 52% de los hombres considera esta opción.

7.7 Diversidad de género y entorno industrial

El entorno industrial, en general, es el más estable en lo que ocupación se refiere, ofreciendo generalmente un trabajo de valor, cualificado y con unas remuneraciones competentes. No obstante, según el *Ministerio de Industria, Comercio y Turismo* existe una diferencia de salarios entre hombres y mujeres del 18%. Esta diferencia viene derivada debido a que los hombres suelen sustentar cargos de mayor responsabilidad en la industria, mientras que las mujeres se limitan a posiciones más administrativas, debido a, principalmente, factores culturales, históricos



y educacionales. La industria históricamente ha estado ligada a trabajos de fuerza y manuales, en los que la presencia de la mujer era 'poco útil', lo que nos ha llevado a obtener datos tan desoladores como que solo un 24,6% de la industria esté formada por mujeres, frente al 75,4% de hombres. Sin duda, un sector muy masculinizado.

Con el fin de poder trabajar hacia la consecución del *ODS 5. Igualdad de género* y aportar a la industria: talento, valor y productividad, entre muchas otras cosas, las empresas deberán seguir creando una visión global enfocada hacia la paridad de roles tanto en puestos de responsabilidad, como en posiciones más operativas. De este modo, se logrará crear una sociedad industrial, tecnológica y digital más inclusiva y cohesionada.

7.8 Industria 4.0 para PYMES

Actualmente, existen programas a nivel nacional dirigidos a *Pequeñas Y Medianas Empresas*, con el fin de desarrollar una actividad industrial e incorporar diferentes tecnologías que las hagan más competitivas y digitales.

El programa *ACTIVA Industria 4.0* es un programa de asesoramiento a medida llevado a cabo por consultores especialistas en programas de implantación de Industria 4.0 en grandes corporaciones. A través de estos programas, las empresas tienen la oportunidad de establecer un mapa conceptual de su propia situación tecnológica, y, además, se les ofrece un plan de transformación digital para llevar a cabo una implantación completa de estas herramientas. Este asesoramiento, además, incluye diferentes mentorías sobre Industria 4.0 y la capacidad habilitadora de sus herramientas. Además de poder llevar a cabo este asesoramiento, las empresas pueden solicitar financiación económica a través de los Fondos del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de hasta 7.400€.

Los detalles del programa de transformación digital *ACTIVA Industria 4.0*, son:

- 50 horas de asesoramiento realizado por empresas de consultoría de prestigio en el sector
- Diagnóstico de la situación actual de la empresa
- Visitas recurrentes para llevar a cabo un análisis exhaustivo
- Plan de Transformación Digital completo
- Talleres prácticos



8 Modelo de negocio - Levante Plastics

Levante Plastics es una mediana empresa dedicada a la inyección de plásticos para el sector de la ferretería y la ordenación, principalmente. La empresa fue fundada en la ciudad de Valencia en el año 1961 y desde entonces ha inundado multitud de hogares y comercios haciendo la vida de las personas más fácil y ordenada.

8.1 Misión, visión y valores

- **Misión.** Convertirse en referente en la fabricación de productos de almacenamiento y ordenación para el sector de la ferretería y bricolaje generando valor para clientes, empleados, proveedores y accionistas mediante la innovación en productos y respeto por el medio ambiente.
- **Visión.** Posicionarse como empresa internacional en la fabricación de soluciones para el almacenamiento con un compromiso en la innovación y calidad de producto que permita ofrecer la solución más adecuada para cada cliente.
- **Valores.** Los valores de Levante Plastics están fundamentados en; continua innovación y diseño, altos estándares de calidad, orientación al cliente, mejora continua y respeto hacia el medioambiente.

8.2 Escenario general Levante Plastics

Actualmente la empresa pasa por un buen momento por lo que respecta a lo económico. Pese a la actual situación coyuntural globalizada, Levante Plastics sigue cumpliendo con los objetivos económicos fijados para el ejercicio actual, pero con ciertas dificultades operativas a las que este trabajo tratará de buscar solución.

Estas dificultades provienen principalmente de la estacionalidad de sus ventas, pues la variabilidad de la demanda obliga a la empresa y a sus empleados a realizar grandes esfuerzos cuando esta incrementa, ya que la estructura humana es poco flexible y estos recursos son realmente difíciles de gestionar para la empresa, por lo que incrementarlos supone un aumento considerable de los costes operativos, los cuales Levante Plastics no puede asumir.

Las áreas operativas de la empresa que más afectadas se ven por esta situación son, principalmente; el **departamento de logística** y el **departamento de calidad**, pues se tiene la percepción que cuanto más carga de trabajo se ejerce sobre los operarios, máquinas y técnicos de estas áreas, más ineficaces son. Esta situación será contrastada de manera objetiva y cuantitativa durante la realización de este trabajo con el fin de aportar una solución tecnológica derivada de la Industria 4.0. en caso de que, finalmente, fuera cierta la situación y necesaria la solución.

8.2.1 Problemática actual - Departamento de logística

La operativa logística de Levante Plastics se basa en un método tradicional de preparación de pedidos que no integra ningún tipo de tecnología para facilitar la operativa a los operarios ni mejorar la eficiencia del proceso. Estos, realizan la preparación de los pedidos que han de ser expedidos a los clientes a través de la transmisión en 'formato papel' de los artículos y cantidades que han de preparar, pero sin la información de datos fundamentales como: ubicaciones a las que dirigirse, cuanta mercancía hay por ubicación, o cual es la ruta de preparación óptima (más eficiente), entre otros.

Se tiene la percepción generalizada de que esta problemática traslada resultados nefastos de eficiencia y eficacia, sobre todo cuando la empresa se encuentra en periodos de alta demanda, además de diferentes incidencias en la preparación de los pedidos que llegan a los clientes con artículos y/o cantidades erróneos/as.

8.2.2 Problemática actual - Departamento de calidad

El control de calidad de los productos de Levante Plastics tiene lugar a través de diferentes ejercicios de inspección visual de los productos que se fabrican en planta llevados a cabo por los técnicos del departamento de calidad formados y capacitados para ello.

La operativa se basa en rondas de inspección que se llevan a cabo de manera continuada durante la fabricación de los diferentes productos, y se examina un número estandarizado de piezas por lote de fabricación y producto. De nuevo, se tiene la percepción que cuanto más saturada se encuentra la planta productiva (es decir, cuando incrementa la demanda), más ineficaces son las rondas de inspección visual. Se intuye que la subjetividad y la fatiga del técnico de calidad, son los factores clave en la ineficacia del proceso, además, se duda del cumplimiento del muestreo mínimo de piezas por referencia en periodos de alta demanda.

8.3 Business Canvas Model

Con el propósito de establecer de forma clara y detallada el modelo de negocio de Levante Plastics se hará servir el modelo de análisis Canvas, el cual permite establecer de qué manera se pretende aportar valor al mercado a través de la definición de 4 áreas diferentes: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica.

Aliados Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
<ul style="list-style-type: none"> - Proveedores de materias primas, componentes auxiliares y transporte - Asociaciones relacionadas con el plástico y el medioambiente - Colaboradores IT y proveedores de tecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricación de productos plásticos - Fabricación de moldes y mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Diferenciación de producto - Identidad de marca - Sostenibilidad - Innovación - Digitalización 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto valor mostrado en encuestas de satisfacción 	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes superficies de distribución de material de ordenación y bricolaje - Pequeños ferreteros y medianas cooperativas de distribución de material de ordenación y bricolaje
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> - Costes fijos: Alquileres, salarios, alojamientos web, elementos de manutención, servicios de limpieza, etc. - Costes variables: energía (agua y electricidad), mantenimiento, gasolina, material de oficina, consultoría IT, etc. 			Estructura de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> - Los ingresos provienen de las diferentes ventas de productos de bricolaje y ordenación que la empresa realiza a las grandes superficies, pequeños ferreteros y medianas cooperativas. 	

Figura 4. Business Canvas Model. Levante Plastics.

8.3.1 Segmento de clientes

Levante Plastics centra su público objetivo en dos grandes bloques siguiendo una estrategia de distribución B2B; por un lado, cuenta con las grandes superficies de distribución de productos de bricolaje y *DIY*, y, por otro lado, cuenta con los pequeños ferreteros y medianas cooperativas de distribución. Desde hace aproximadamente 5 años Levante Plastics ha dado el salto al mercado internacional y ha conseguido recalar en más de 54 de países, suponiendo esto, casi el 20% de su facturación anual.

Las grandes superficies de distribución de bricolaje suponen una cierta seguridad para la empresa ya que se trata de los clientes que establecen una demanda más regular y alineada, y sobre los que menos campañas promocionales se realizan. Sin embargo, empresas ferreteras tradicionales suponen un gran valor como clientes puesto que, más allá del volumen de negocio que puedan representar, consiguen hacer llegar la marca Levante Plastics a aquellos lugares



donde las grandes superficies no pueden acceder, como son las poblaciones más reducidas o lugares de la geografía españolas más inaccesibles. Sin duda, el buen servicio al cliente y el prestigio de una marca española dedicada a la inyección de plástico de productos de bricolaje y ordenación, supone un gran aporte de valor para cubrir casi la totalidad de la demanda del mercado.

8.3.2 Propuesta de valor

La propuesta de valor de Levante Plastics se configura a través de las necesidades que demandan sus clientes, basada en cuatro pilares fundamentales:

- **Diferenciación.** Los productos fabricados con plástico del sector ferretero, como puede ser estuches de herramientas o módulos de ordenación, suelen ser importados desde países como China o India, con estándares de calidad deficitarios. Desde Levante Plastics se fabrican los productos con los estándares de calidad europeos y bajo la continua búsqueda de un producto que cumple con todos los requisitos esenciales de seguridad conforme al reglamento correspondiente en el marco nacional e internacional.
- **Identidad de marca.** La marca Levante Plastics lleva más de 60 años en el sector siendo un referente en saber hacer y calidad de sus productos. Los consumidores, generalmente, la prefieren frente a los competidores.
- **Sostenibilidad.** Actualmente la empresa promueve el uso de polímeros responsables con el medio ambiente, a partir de soluciones biocompostables y materiales reciclados. El compromiso con el medioambiente es una parte esencial e innegociable de la dirección estratégica de la compañía y por la que seguirá invirtiendo todo tipo de recursos.
- **El cliente.** El excepcional servicio al cliente y el reducido número de reclamaciones hace de Levante Plastics una empresa muy competitiva en el sector y muy querida por sus clientes.
- **Innovación.** Desde sus inicios, la empresa ha apostado siempre hacia la innovación, por lo que sus productos siempre gozan de actualidad y frescura, y esto, además de hacerlos más atractivos, los dota de mayor versatilidad.

8.3.3 Canales

Los canales utilizados por Levante Plastics para la venta de los productos son, el uso de agentes comerciales a través del canal tradicional y los *market places* para el canal en línea.

A la hora de realizar sus diferentes campañas de marketing se dirige a través de diferentes medios, como pueden ser las **redes sociales** para atraer, sobre todo, al nuevo público; la **prensa**, donde en ocasiones algún miembro del equipo directivo realiza alguna declaración o entrevista sobre la situación del sector para visualizar a la empresa entre el *target* más maduro; **páginas web**, tanto a través del uso de su propia página web, como a través de publicidad pagada para aparecer en otras, y por último, **medios tradicionales** como la radio o las vallas publicitarias.

8.3.4 Relación con los clientes

La relación de Levante Plastics con los clientes es excepcional y así lo corroboran las diferentes encuestas de satisfacción que la empresa hace llegar a sus clientes anualmente. En estas encuestas la empresa lleva obteniendo 4,5 puntos de media sobre 5 durante la última década, lo que sigue motivando a la compañía por seguir invirtiendo recursos y seguir manteniendo, e incluso incrementando, la perspectiva que tienen los clientes sobre la empresa. Este tipo de



evaluaciones acercan todavía más la corporación a los clientes, haciéndolos formar parte de su desarrollo y propósitos de mejora.

Es mucha la clientela que lleva años, incluso décadas, mostrando fidelidad sobre la marca, por lo que la empresa interpreta que es este el camino a seguir, y que a través de la innovación y la continua búsqueda de la excelencia podrá seguir manteniendo a sus clientes fidelizados durante muchas décadas más.

8.3.5 Aliados y asociaciones clave

Los socios clave de Levante Plastics son todos aquellos actores que intervienen a nivel operativo aguas arriba en la cadena de suministro, desde los proveedores de las materias primas, tanto a nivel nacional como internacional, como los proveedores de los materiales auxiliares y transporte, entre muchos otros.

Por otro lado, las asociaciones relacionadas con el plástico, la economía y el medioambiente son cada vez más importantes para la empresa, pues el paradigma actual obliga a estar a la vanguardia de la innovación respecto a estas cuestiones para poder seguir siendo competitivos y no perder cuota de mercado. Además de todos ellos, las agrupaciones de ferreteros y las cooperativas siguen formando parte esencial en el devenir de la empresa, ya que, sin su apoyo y fidelidad, sería mucho más complicado sostener la viabilidad de la empresa.

Además de los aliados anteriormente mencionados, Levante Plastics cuenta con los servicios y el apoyo de empresas externas de consultoría tecnológica que guían y ayudan en la implantación de nuevos procesos y comunican con proveedores punteros para dar el paso a la digitalización.

8.3.6 Actividades clave

La actividad clave de Levante Plastics es la fabricación y distribución de productos de ferretería y ordenación fabricados a partir de la inyección de plástico. Además de su actividad principal, dedica gran parte de sus recursos a la fabricación y mantenimiento de moldes de inyección y auto reciclado de materiales para ser consumidos posteriormente en sus propios procesos productivos.

8.3.7 Recursos clave

Los activos clave de Levante Plastics son varios; por un lado, están las 5 máquinas de inyección de plástico de última tecnología y bajo consumo energético con las que cuenta, y por otro lado, sus profesionales. La empresa está formada por una fuerte estructura profesional dotada de grandes conocimientos y habilidades prácticamente única en el sector, desde el departamento de ingeniería, producción y logística, hasta el financiero y los recursos humanos.

Puesto que se trata de una planta industrial de gran envergadura, el consumo energético que se lleva a cabo es muy alto, por lo que, desde hace unos meses, siendo fieles a su gran compromiso con el medio ambiente, han incorporado una planta fotovoltaica que supone un punto de inflexión en la demanda y dependencia energética de la empresa. Por otro lado, esta medida favorecerá enormemente a reducir una gran partida de costes.

Actualmente, la empresa tiene la necesidad de mitigar algunas ineficiencias operativas derivadas de la desactualización digital, por lo que invertirá los recursos necesarios en tecnología para poder crecer y ser una empresa más eficiente y eficaz.

8.3.8 Estructura de costes

La estructura de costes de Levante Plastics se divide en dos grandes grupos, costes fijos y costes variables:

- **Costes fijos.** Entre los costes fijos más representativos se encuentra los alquileres mensuales de las diferentes naves industriales, las nóminas y diferentes conceptos

referentes a seguridad social e IRPF relacionados con los empleados, el seguro de las máquinas y de las naves industriales en propiedad, los diferentes alojamientos web con los que cuenta la empresa, el renting de 4 elementos de mantenimiento del almacén y, por último, los servicios de limpieza de una compañía externa.

- **Costes variables.** Los principales costes variables en los que incurre la empresa se hallan en las materias primas (polímeros y colorantes), la electricidad consumida por la planta productiva, el agua consumida por los elementos de producción, los componentes y aprovisionamientos auxiliares (pallets, embalajes, etc.), material de oficina (papel, fotocopias, etc.), mantenimiento externalizado de la planta productiva (mantenimiento correctivo), el combustible de los vehículos en propiedad de la empresa, los conceptos variables de las nóminas de los empleados del área comercial (objetivos por número de ventas) y los costes derivados de los servicios de consultoría en digitalización.

8.3.9 Flujo de ingresos

La principal fuente de ingresos de Levante Plastics viene dada por la venta de sus productos de ferretería y organización. Las grandes superficies representan entorno al 60% de la facturación anual de la empresa.

8.4 Análisis DAFO

A partir del análisis DAFO de Levante Plastics se pretende analizar la situación interna (Debilidades y Fortalezas) y externa (Amenazas y Oportunidades) de la compañía.

	Debilidades	Amenazas
Análisis Interno	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos productivos previos anticuados y obsoletos - Bajo nivel de digitalización en todas las áreas - Estructura humana con bajo nivel formativo - Falta de presencia en mercados internacionales 	<ul style="list-style-type: none"> - Estacionalidad de la demanda - Mercado globalizado - Desestabilidad política y comercial - Regulación medioambiental en contra del plástico - Nuevos modelos logísticos (<i>Just In Time</i>)
	Fortalezas	Oportunidades
Análisis Externo	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes instalaciones industriales (sin limitación de crecimiento) - Músculo financiero suficiente para emprender nuevos proyectos - Estructura humana comprometida con la empresa y su filosofía - Diferenciación de producto - Buena y estable relación con proveedores y asociaciones externas 	<ul style="list-style-type: none"> - Entorno digitalizable (Industria 4.0) - Innovación hacia una producción industrial más sostenible - Entorno económico reestablecido postpandemia (COVID-19) - Mercados internacionales por explorar - Posibilidad de acceso a fondos europeos (digitalización)

Tabla 1. Análisis DAFO



8.4.1 Debilidades

- Los activos de Levante Plastics, como las máquinas productivas y los elementos de manutención logísticos son antiguos y están desactualizados, lo que compromete a la empresa con averías recurrentes y baja eficacia en los procesos, en comparación con sus competidores.
- Levante Plastics cuenta con un bajo nivel de digitalización en todas las áreas. No cuenta con un ERP excesivamente desarrollado, ni con ayudas tecnológicas modernas en la operativa logística o productiva.
- El nivel formativo de los operarios de planta es bastante bajo, por lo que cuesta más implantar nuevos procesos innovadores.
- La empresa tiene un gran impacto a nivel nacional, pero no a nivel internacional. La estrategia comercial es muy mejorable.

8.4.2 Amenazas

- La estacionalidad de la demanda supone una variación de recursos técnicos y humanos que, en muchas ocasiones, es difícil de asumir debido a la poca flexibilidad estructural de la empresa.
- El mercado globalizado supone una alternativa para los clientes de Levante Plastics que optan por productos, en este caso asiáticos, con estándares de calidad inferiores, pero más competitivos en costes.
- La actual invasión rusa en Ucrania impacta de manera negativa en los precios de las materias primas y en las relaciones con clientes y proveedores.
- Cada vez son más las regulaciones legislativas contra el plástico y peor la visibilidad que se le concede a este en el entorno social.
- Los nuevos modelos logísticos *Just In Time* hacen que los clientes no demanden productos de ordenación para sus almacenes, y que, por tanto, se reduzca esta línea de producto.

8.4.3 Fortalezas

- Las instalaciones industriales de la empresa cuentan con una gran extensión disponible, favorable a la expansión e implantación de nueva maquinaria y tecnología.
- La empresa cuenta con el capital suficiente, procedente de un fondo de inversión, para poder acometer prácticamente cualquier proyecto que se presente.
- Los trabajadores tienen un alto grado de satisfacción y compromiso con la empresa.
- Producto de mayor calidad de su sector.
- La dilatada relación con proveedores y clientes, desde hace más de 40 años, presupone ciertas garantías de estabilidad en su modelo de negocio.

8.4.4 Oportunidades

- Levante Plastics tiene la posibilidad de invertir en digitalización y desarrollo tecnológico en diferentes áreas, como la logística o la productiva, con el fin de ser más competitivos en el mercado.
- Existen modelos productivos más respetuosos con el medio ambiente hacia los que puede evolucionar la empresa en el medio plazo.
- El reciente fin de la emergencia internacional por COVID-19 decretado por la OMS equilibrará todavía más la economía.
- La exploración de mercados internacionales podría suponer una gran ocasión para incrementar las ventas de la empresa.
- El acceso a fondos europeos derivados de la digitalización supone una gran ventaja económica para Levante Plastics a la hora de emprender nuevos proyectos.

9 Análisis estructural – Levante Plastics

	Operarios/as de planta	Administración	Puestos Intermedios	Directivos/as
Mujer	12,00%	74,00%	45,00%	20,00%
Hombre	88,00%	26,00%	55,00%	80,00%

Tabla 2. Estructura humana por sexo – Levante Plastics

Tal y como se observa en la Tabla 2, Levante Plastics posee una estructura humana desequilibrada en lo que a paridad entre hombres y mujeres se refiere. También puede apreciarse de manera gráfica esta distribución en el *Anexo IX*.

En los puestos más operativos, relacionados con la logística y la producción, se atiende una desigualdad entre ambos sexos bastante notable, registrando unos datos del 12% en mujeres y el 88% en hombres. En los puestos administrativos la tendencia es contraria, estando ocupadas el 74% de las posiciones por mujeres y solo el 26% por hombres. Los puestos intermedios (responsables de departamento, técnicos, responsables de turno, etc.) es el grupo que más parejo se encuentra entre hombres y mujeres ocupando el 55% de las posiciones los primeros, y el 45% las segundas. Por último, el nivel jerárquico más alto, está ocupado principalmente por hombres (80%), mientras que solo el 20% de los cargos lo ocupan mujeres.

Cabe resaltar, que la empresa Levante Plastics cuenta con un plan de igualdad de manera reciente, desde que se decretó como obligatorio para las empresas de entre 50 y 100 empleados el 7 de marzo de 2022.

9.1 Igualdad de oportunidades

Con el fin de alisar todo lo posible las diferentes desigualdades jerárquicas que existen en Levante Plastics entre hombres y mujeres, se proponen a continuación, un conglomerado de medidas aplicables:

- **Creación de nuevos puestos de trabajo.** La implantación de tecnologías y la digitalización (Industria 4.0) de la empresa requerirá de nuevos profesionales que lideren los proyectos, formen a los trabajadores y ejecuten la operativa. Sin duda, esto supone una gran oportunidad para poder igualar las áreas más descompensadas entre la presencia de hombres y mujeres.
- **Indicadores.** A través del desarrollo de indicadores y objetivos podrá medirse de manera recurrente la cantidad de mujeres y hombres que forman cada uno de los departamentos de la empresa en cada momento, con el fin de poder corregir los desequilibrios entre áreas y poner los medios necesarios de manera recurrente.
- **Formación y sensibilización.** Formar a todos los trabajadores sobre las nuevas legislaciones en materia de igualdad, plazos de adaptación y posibles sanciones, además de sensibilizar a la *Comisión Negociadora* en materia de igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres.
- **Fomentar la flexibilidad.** Ser más flexibles en las áreas más descompensadas podrá atraer a más trabajadores y trabajadoras, y, por tanto, crear una oferta de empleo más amplia para las áreas más descompensadas.

10 Datos - Levante Plastics

A través del análisis de datos proporcionados por la empresa Levante Plastics se pretende establecer, de manera objetiva, si existen o no áreas que puedan mejorar mediante la implantación de herramientas tecnológicas derivadas de la Industria 4.0.

10.1 Metodología de análisis

El análisis de los datos ofrecidos por Levante Plastics se lleva a cabo a través del uso de la metodología cuantitativa. De este modo, se consigue centrar el análisis en aquellos aspectos observables susceptibles de cuantificación, como son, en este caso, los indicadores clave de los departamentos operativos de producción, calidad y logística de la compañía.

La metodología cuantitativa, busca establecer una relación causa-efecto entre dos o más fenómenos (Corbetta, 2003). Esta relación estará unida a conceptos sujetos a la hipótesis inicial.

10.2 Descripción y análisis de datos

Los datos ofrecidos por Levante Plastics se remontan a dos años atrás y la muestra está dividida en 8 trimestres (De T2 2021 a T1-2023). Estos datos surgen directamente de los indicadores clave estandarizados por la compañía, que permiten obtener datos concretos con el fin de establecer objetivos para desarrollar y mantener la estrategia empresarial en las diferentes áreas en las que estos datos inciden.

Los datos proporcionados son objetivos y tangibles, por lo que permiten ser comparados con métricas anteriores y contrastar los resultados de alguna de las modificaciones de la dirección estratégica de la compañía, en el caso en que se hubieran llevado a cabo.

Los datos se dividen en 3 bloques diferentes, para llevar a cabo el correspondiente análisis, en función del área operativa de la empresa a la que corresponden. Las tablas a continuación expuestas podrán encontrarse en extendidas en: *Anexo II, Anexo III y Anexo IV.*

10.2.1 Indicadores clave – área productiva:

Los indicadores clave del área productiva de Levante Plastics están divididos en 3 grupos diferenciados (Máquinas, Saturación y Scrap), los cuales ofrecen, en total, 7 indicadores distintos:

PRINCIPALES INDICADORES			OBJETIVO	T2 2021	T3 2021	T4 2021	T1 2022	T2 2022	T3 2022	T4 2022	T1 2023
PRODUCCIÓN	Máquinas	Disponibilidad	>94%	92,00%	99,30%	92,60%	89,00%	92,90%	99,10%	93,40%	89,80%
		Rendimiento	>92%	92,10%	91,40%	92,30%	93,20%	92,00%	91,90%	92,60%	93,60%
		Calidad	>97,0 %	97,60%	86,00%	98,00%	99,10%	97,30%	85,90%	97,10%	98,90%
		Total OEE (%)	>82%	82,70%	78,05%	83,76%	82,20%	83,16%	78,23%	83,98%	83,13%
	Saturación	Saturación planta (%)	<85%	81,00%	94,00%	82,00%	79,00%	80,00%	93,00%	84,00%	76,00%
		Indice desperdicio operativo (%)	<0,8%	0,35%	0,80%	0,45%	0,15%	0,50%	0,85%	0,55%	0,10%
	Scrap	Indice de desperdicio por ineficiencias (%)	<0,3%	0,70%	1,30%	0,60%	0,45%	0,75%	1,90%	0,50%	0,35%
		Total indice de despercio (%)	<1,05%	1,05%	2,10%	1,05%	0,60%	1,25%	2,75%	1,05%	0,45%

Tabla 3. Indicadores clave área productiva

En primer lugar, se halla en el grupo 'Máquinas' el indicador de 'Disponibilidad'. Este indicador se obtiene de la fórmula matemática: $Tiempo\ en\ producción / Tiempo\ programado\ para\ producir * 100\ %$ y sirve para medir la eficiencia de las máquinas y la optimización de los procesos productivos.

La empresa, ha establecido un indicador trimestral objetivo de más de un 94% de 'Disponibilidad' de la planta productiva, el cual solo se cumple en los intervalos temporales T3-2021 y T3-2022, con un 99,3% y un 99,1% respectivamente. Por lo que respecta a los periodos T2-2021, T4-2021,

T2-2022 y T4-2022, observamos como estos datos son bastante parejos, oscilando entre el 92% y el 93,4%. Por último, cabe resaltar los periodos T1-2022 y T1-2023 donde se obtienen datos del 89% y el 89,8%, respectivamente.

En segundo lugar, en el mismo grupo, se encuentra el indicador '**Rendimiento**'. Este indicador se obtiene a través de la fórmula matemática: $Cantidad\ de\ producción\ real / Cantidad\ de\ producción\ teórica * 100\%$ y se utiliza para poder controlar que la velocidad de producción real sea la deseada, en función de los parámetros teóricos establecidos anteriormente por la empresa, como puede ser el tiempo de ciclo productivo, en este caso.

El objetivo trimestral del indicador de rendimiento se sitúa en el 92% y este se cumple en los periodos T2-2021, T4-2021, T1-2022, T2-2022, T4-2022 y T1-2023 con valores de entre el 92% y el 93,6%. Por el contrario, en los periodos T3-2021 y T3-2022 se hallan valores por debajo del objetivo con 91,4% y 91,9% respectivamente.

En tercer lugar, se encuentra el indicador '**Calidad**'. El indicador se calcula a través de la fórmula matemática: $Cantidad\ de\ productos\ buenos / Cantidad\ total\ producida * 100\%$ y es utilizado para medir la cantidad de piezas que no cumplen con los estándares de calidad de la empresa, y que, por tanto, no pueden ser vendidos.

El indicador ha sido fijado con un objetivo del 97% y como en el caso anterior, se observa como este se cumple los periodos T2-2021, T4-2021, T1-2022, T2-2022, T4-2022 y T1-2023 con valores de entre el 97,1% y el 98,9%, mientras que en los periodos T3-2021 y T3-2022 no se consigue alcanzar el indicador objetivo, ya que situándose en el 86% y el 85,9%.

En último lugar del grupo 'máquinas' se encuentra el indicador '**OEE**' (Efectividad total de los equipos) y se calcula a través de la fórmula matemática que relaciona los 3 indicadores anteriormente analizados: $Disponibilidad * Calidad * Rendimiento$. Este indicador es considerado un elemento fundamental en la mejora de procesos y se utiliza con el fin de traducir la eficiencia de los equipos (máquinas) de una fábrica y la capacidad de fabricación de nuevos productos.

El objetivo del indicador se ha fijado en un 82% y se observa su cumplimiento en los periodos T2-2021, T4-2021, T1-2022, T2-2022, T4-2022 y T1-2023 con valores que oscilan entre el 82,2% y el 83,98%. En los periodos T3-2021 y T3-2022 no se alcanza el objetivo de cumplimiento del indicador ya que se exponen valores del 78,05% y el 78,23%, respectivamente.

En el siguiente grupo, se encuentra el indicador '**Saturación de planta**'. Se trata de un indicador interno desarrollado por Levante Plásticos con el fin de poder medir cuan saturada está la planta, para conocer si esta está cerca de colapsar, o si por el contrario tiene capacidad productiva suficiente para asumir la planificación propuesta. Este indicador se calcula a través de la fórmula matemática: $Horas\ de\ trabajo\ planificado / Horas\ de\ trabajo\ total\ disponibles * 100\%$.

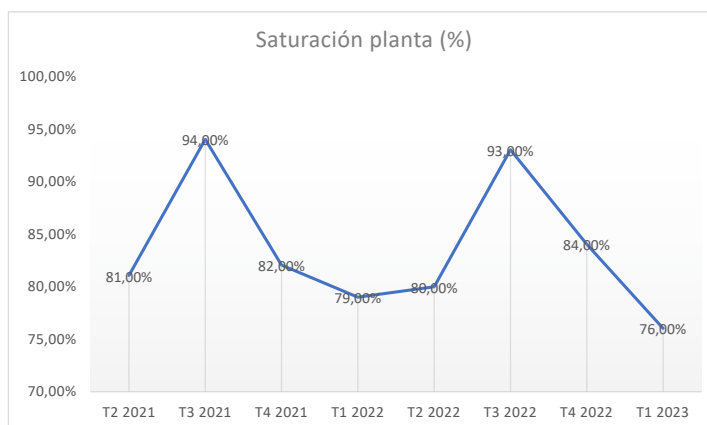


Figura 5. % Saturación de planta. Levante Plásticos.

El objetivo marcado por la empresa se sitúa por debajo del 85%, y este se cumple en los periodos T2-2021, T4-2021, T1-2022, T2-2022, T4-2022 y T1-2023 con valores de entre el 97,1% y el 98,9%, mientras que en los periodos T3-2021 y T3-2022 no se consigue alcanzar el indicador



objetivo, ya que estos se sitúan en el 94% y el 96%. Tal y como se puede observar en la Figura 5., los periodos. T3-2021 y T3-2022, se diferencian de manera significativa del resto de periodos, en más del 10%, de media.

En el siguiente bloque de indicadores se encuentra el **Scrap** o desperdicio. Formado por 3 indicadores desarrollados por la empresa con la intención de medir de manera objetiva que cantidad de recursos materiales se desperdician por ineficiencias en el proceso productivo o en la planificación de los recursos.

El primero de los indicadores de este grupo es el '**índice desperdicio operativo inevitable**' que se calcula a través de la fórmula: *N.º de piezas fabricadas hasta primera pieza OK / Piezas fabricadas totales*. Este indicador es utilizado por la compañía para medir la cantidad de desperdicio de piezas por causas, hasta el momento, inevitables, derivadas de diferentes procesos como los arranques de las máquinas de producción o los utillajes.

El objetivo del indicador marcado por la empresa se sitúa por debajo del 0,8%, el cual se cumple en los periodos T2-2021, T4-2021, T1-2022, T2-2022, T4-2022 y T1-2023 con valores de entre el 0,1% y el 0,55%, mientras que en los periodos T3-2021 y T3-2022 no se consigue alcanzar el indicador objetivo, ya que estos se sitúan en el 0,8% y el 0,85% respectivamente.

El segundo indicador del grupo *Scrap* es el '**Índice de desperdicio por ineficiencias en la planificación de la producción**'. Este indicador se utiliza para cuantificar de manera objetiva todos aquellos recursos materiales que se desperdician debido a una mala planificación de la producción. Este indicador se calcula a través de la fórmula matemática: *Piezas desechadas por ineficiencias en la planificación de la producción / piezas fabricadas totales *100%*.

Tal y como se observa en la Tabla 3 los indicadores de todos los periodos desde T2-2021 hasta T1-2023 están por encima del objetivo marcado por la empresa en menos de 0,3% de desperdicio por ineficiencias en la planificación de la producción. Sin duda, cabe destacar los periodos T3-2021 y T3-2022, los cuales superan en más de un 400% el indicador objetivo.

Por último, se encuentra el indicador '**Total índice de desperdicio**' el cual suma los dos indicadores anteriores para ofrecer un dato conjunto y ver cómo se compensan, o no, los desperdicios en función de la casuística a la que se deban.

El indicador objetivo se sitúa en menos del 1,1%, el cual se cumple únicamente en los periodos T1-2022 y T1-2023. Los datos de la tabla reflejan como se trata de los dos periodos con los valores más bajos tanto en el Índice de desperdicio operativo, con un 0,15% y un 0,1%, como en el Índice de desperdicio debido a ineficiencias en la planificación de la producción, con un 0,45% y un 0,35%, respectivamente. Por el contrario, los periodos T2-2021, T3-2021, T4-2021, T2-2022, T3-2022 y T4-2022 se encuentran por encima del índice de desperdicio objetivo establecido por la empresa con valores de entre el 1,05% y el 2,75%.

Los indicadores clave del área logística de Levante Plastics están divididos en un total de cinco indicadores distintos, que se analizarán a continuación:

10.2.2 Indicadores clave – área logística:

PRINCIPALES INDICADORES		OBJETIVO	T2 2021	T3 2021	T4 2021	T1 2022	T2 2022	T3 2022	T4 2022	T1 2023
LOGÍSTICA	Facturación (€)	-	13.594.000 €	16.996.000 €	13.328.000 €	12.684.000 €	14.056.000 €	17.248.000 €	13.664.000 €	12.586.000 €
	Valor medio de pedidos retrasados (€)	-	342.517 €	431.211 €	316.574 €	298.733 €	325.249 €	465.879 €	371.178 €	281.448 €
	OTIF %	>98,00%	98,10%	96,90%	98,20%	99,20%	98,00%	96,70%	98,10%	98,90%
	Total pedidos preparados	>950	971	1.214	952	906	1.004	1.232	976	875
	Incidencias en la preparación de pedidos. (€)	0 €	73.452 €	124.532 €	65.448 €	59.770 €	71.959 €	115.467 €	66.090 €	56.400 €

Tabla 4. Indicadores clave área logística

En primer lugar, se halla el indicador '**Facturación**'. Este indicador se obtiene de la suma total de los pedidos facturados por la empresa en un periodo determinado y sirve para medir la consecución de los objetivos del área logística en lo que a cantidad de pedidos expedidos por periodo se refiere. En función del periodo, y debido a la estacionalidad de la demanda, cada periodo tiene un objetivo diferente definido y por ello no aparece en la tabla como un objetivo global. Además de aportar valor al área logística, este indicador ayuda a la compañía a conocer si las previsiones de venta están dentro, son inferiores o superiores de lo previsto y a tomar las decisiones oportunas modificando el plan estratégico de la compañía en caso de que fuera necesario.

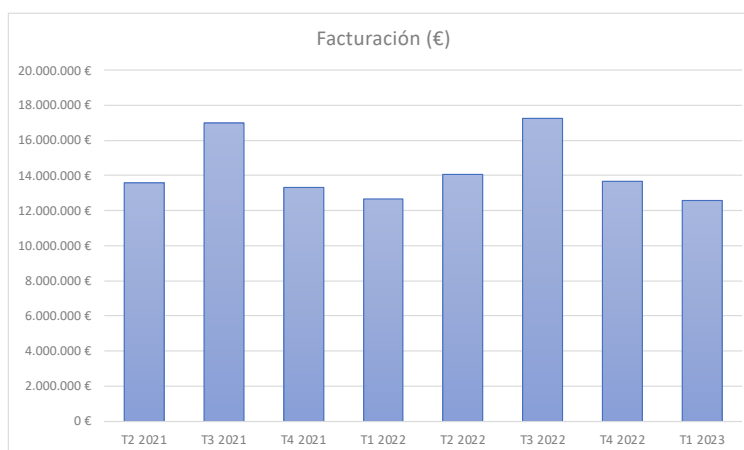


Figura 6. Facturación (€). Levante Plastics.

Tal y como se observa en la Figura 6, los periodos en que la compañía alcanza mayor facturación según la muestra analizada son el T3-2021 y el T3-2022, con 16.996.000€ y 17.248.000€ de facturación respectivamente.

Por otro lado, se aprecia como los periodos T2-2021, T4-2021, T2-2022 y T4-2022 arrojan datos de facturación muy similares entre ellos, con valores entre 13.328.000€ y 14.056.000€.

Por último, se puede diferenciar otro grupo de menor facturación, como es el caso de los periodos T1-2022 y T1-2023, con valores de 12.684.000€ y 12.586.000€, respectivamente.

En segundo lugar, siguiendo con los indicadores del área logística, se encuentra el indicador interno desarrollado por necesidad de la empresa '**valor medio de pedidos retrasados**'. Este dato es formulado a través de la suma de la totalidad de los pedidos que no han sido expedidos en tiempo por cualquier motivo y se utiliza, principalmente, para poder añadir o quitar recursos en caso de que sea se acumulen o no hayan pedidos en retraso.

Como se aprecia en la Tabla 4, los valores más altos de pedidos retrasados se encuentran en los periodos T3-2021 y el T3-2022, con 431.211€ y 465.879€ respectivamente. Por otra parte, los periodos T2-2021, T4-2021, T2-2022 y T4-2022 ofrecen datos de pedidos en retraso por un valor similar que oscila entre los 316.574€ y los 371.178€, respectivamente. Por último, los dos periodos en que se aprecia una menor cantidad de pedidos en retraso son T1-2022 y T1-2023, con valores de 298.733€ y 281.448€, respectivamente.

En tercer lugar, se encuentra el indicador 'OTIF' (*On Time In Full*). El indicador se calcula a través de la fórmula matemática: $N.º \text{ de pedidos hechos a tiempo de manera completa} / \text{Cantidad total de pedidos} * 100 \%$ y es utilizado para medir la cantidad de pedidos que llegan completos y a tiempo a los clientes.

Levante Plastics establece el objetivo del indicador OTIF por encima del 98%, el cual se cumple en todos los periodos a excepción de T3-2021 y el T3-2022, con un 96,90% y un 96,70% respectivamente, tal y como se puede observar de manera gráfica en el Anexo V. Los periodos T2-2021, T4-2021, T1-2022, T2-2022, T4-2022 y T1-2023 obtienen resultados de entre el 98,10% y el 99,20%, resaltando T1-2022 y T1-2023 como los 2 mejores periodos.

El penúltimo de los indicadores es el de 'Total de pedidos preparados'. Este indicador se calcula a través de la suma de pedidos preparados en un mismo periodo y el indicador objetivo está fijado por la empresa en más de 950 pedidos preparados por periodo. El objetivo no se cumple en los periodos T1-2022 y el T1-2023, pues en estos se prepara un total de 906 y 875 pedidos. Por contra, todos los demás periodos cumplen con el objetivo, destacando los rangos T3-2021 y T3-2022 con resultados de 1.214 y 1.232 pedidos preparados por periodo. El resto de los periodos (T2-2021, T4-2021, T2-2022 y T4-2022) ofrecen también resultados favorables con datos de entre 952 y 1.004 pedidos preparados. Toda esta información puede ser consultada de manera gráfica en el Anexo VI.

Por último, se encuentra el indicador 'Incidencias en la preparación de pedidos', este indicador es la suma del importe de los pedidos que son devueltos a la compañía por parte de los clientes debido a la existencia de incidencias en la preparación de estos (cantidades excedentes o faltantes, productos incorrectos, etc.). Estos pedidos devueltos, se computan como ventas perdidas, y el sumatorio de estos, son el resultado del indicador en cada uno de los periodos.

Tal y como se observa en la Tabla 4, el objetivo de este indicador la empresa lo ha situado en 0€, puesto que se considera que cualquiera de los pedidos que son devueltos por alguna incidencia en la preparación, son una ineficacia puramente operativa mitigable, por lo que deberían de llevarse a cabo. En ninguno de los periodos observables se alcanza el objetivo y los periodos más cercanos a 0€ en incidencias en la preparación de pedidos son T1-2022 y T1-2023 con 59.770€ y 56.400€ cada uno de ellos. Se mantienen aproximadamente cercanos entre ellos los periodos T2-2021, T4-2021, T2-2022 y T4-2022 con valores entre 65.448€ y 73.452€, mientras que los periodos T3-2021 y T3-2022 destacan significativamente por encima del resto con valores de 124.532€ y 115.467€ respectivamente. Los datos de estos dos últimos periodos suponen un incremento del 121% y del 105% con respecto al periodo con menor incidencia en la preparación de pedidos. En el Anexo VII se puede observar de manera gráfica la diferencia porcentual entre todos los periodos y el periodo T1-2023, en el que se alcanza la cifra menos desfavorable. En el Anexo VIII se puede observar una representación gráfica de las incidencias en la preparación de pedidos entre periodos.

Por último, se analizará los cuatro indicadores clave del departamento de calidad y seguridad de Levante Plastics.

10.2.3 Indicadores clave – calidad y seguridad:

PRINCIPALES INDICADORES		OBJETIVO	T2 2021	T3 2021	T4 2021	T1 2022	T2 2022	T3 2022	T4 2022	T1 2023
SEGURIDAD	Nº Accidentes	0	1	2	0	0	0	1	1	0
	Reclamaciones Externas	<4	3	6	4	2	4	7	3	1
CALIDAD	Reclamaciones Internas	<10	11	15	12	7	12	16	10	9
	Reclamaciones Proveedores	<3	2	4	2	0	2	5	2	0

Tabla 5. Indicadores clave calidad y seguridad

Por lo que refiere a la seguridad, se encuentra el indicador '**N.º de accidentes**', el cual es calculado a través de la suma de accidentes que tienen lugar en un periodo determinado en la empresa.

El objetivo de este indicador es alcanzar, para cualquier periodo, la cifra de 0 accidentes, pero tal y como puede observarse en la Tabla 3, esto solo ocurre en los periodos T4-2021, T1-2022, T2-2022 y T1-2023. Los periodos T2-2021, T3-2022 y T4-2022 registran un accidente por cada uno de ellos, y el periodo T3-2021, registra un total de dos accidentes, alcanzando el peor indicador de la muestra analizada.

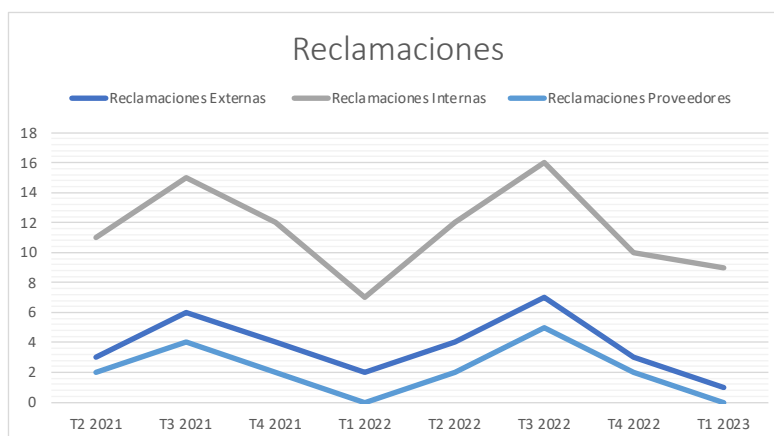


Figura 7. Reclamaciones. Levante Plastics.

En el bloque 'Calidad', en primer lugar, se encuentra el indicador '**Reclamaciones externas**', el cual se formula a través de la suma de las reclamaciones recibidas, por no conformidades de los clientes, en un periodo determinado. El objetivo de este indicador está fijado en menos de 4 reclamaciones de clientes por periodo, el cual únicamente se cumple en T2-2021, T1-2022, T4-2022 y T1-2023. Los periodos T3-2021, T4-2021, T2-2022 y T3-2022 superan el indicador objetivo, destacando T3-2021 y T3-2022 como periodos en que se alcanzan las cifras más altas con 6 y 7 reclamaciones externas, respectivamente.

El segundo de los indicadores del departamento de calidad es '**Reclamaciones internas**'. Este indicador deriva de la suma de no conformidades internas de producción y se formula a través de la suma de todas ellas en un periodo determinado. El indicador ha sido fijado, por Levante Plastics, en menos de diez reclamaciones internas por periodo.

Como muestra la Tabla 5, el objetivo únicamente se alcanza en los periodos T1-2022 (7 reclamaciones internas) y T1-2023 (9 reclamaciones internas). Los periodos T2-2021, T4-2021, T2-2022 y T4-2022 establecen el indicador entre 10 y 12 reclamaciones internas, mientras que los periodos T3-2021 y T3-2022 alcanzan las peores cifras con 15 y 16 reclamaciones internas respectivamente.

El último de los indicadores del departamento de calidad es '**Reclamaciones a proveedores**'. El indicador es el resultado de la suma de no conformidades de producto emitidas hacia los proveedores de Levante Plastics en un periodo determinado de tiempo. El indicador se fija en un máximo de 2 reclamaciones por periodo. En los periodos T1-2022 y T1-2023 no se registra ninguna reclamación, por lo que se consigue el objetivo. Los periodos T2-2021, T4-2021, T2-2022 y T4-2022 registran dos reclamaciones cada uno de ellos, por lo que también cumplen con el indicador objetivos. Por el contrario, los periodos T3-2021 y T3-2022 registran 4 y 5 reclamaciones a proveedores respectivamente, situándolos como los periodos más desfavorables.

10.3 Resultado del análisis de datos

Tras la realización del análisis se concluye la presencia de periodos más favorables y desfavorables para la empresa Levante Plastics, en función de la consecución de los diferentes objetivos que se establecen.

Los periodos T3-2021 y T3-2022 cumplen únicamente con el 11,76% de los objetivos de los indicadores marcados por Levante Plastics, es decir, 2 de cada 17. Los rangos T2-2021, T4-2021, T2-2022 y T4-2022 cumplen con el 52,94% de los indicadores objetivo, mientras que los periodos T1-2022 y T1-2023 cumplen con el 58,82% de los indicadores objetivo.

Los indicadores más desfavorables significativamente con respecto al resto de periodos son:

- **Producción – Saturación – Saturación de planta:** El indicador ‘saturación de planta’ se sitúa en el periodo T3-2021 en 18 puntos porcentuales por encima del periodo más bajo (T1-2023), mientras que, de nuevo, en el T3-2022 se sitúa en una cifra similar respecto al periodo con la cifra más baja (diferencia de 17 puntos porcentuales).

Se concluye, con esto, que existe un factor determinante que hace aumentar de manera significativa la saturación de planta de Levante Plastics en T3 con respecto al resto de periodos. Al comparar la variación porcentual de los indicadores ‘Facturación’ y ‘Saturación de planta’ se concluye que el factor determinante del incremento de saturación de planta es el aumento de la demanda en este rango, tanto en 2021 como en 2022, tal y como puede observarse de manera gráfica en la Figura 8.

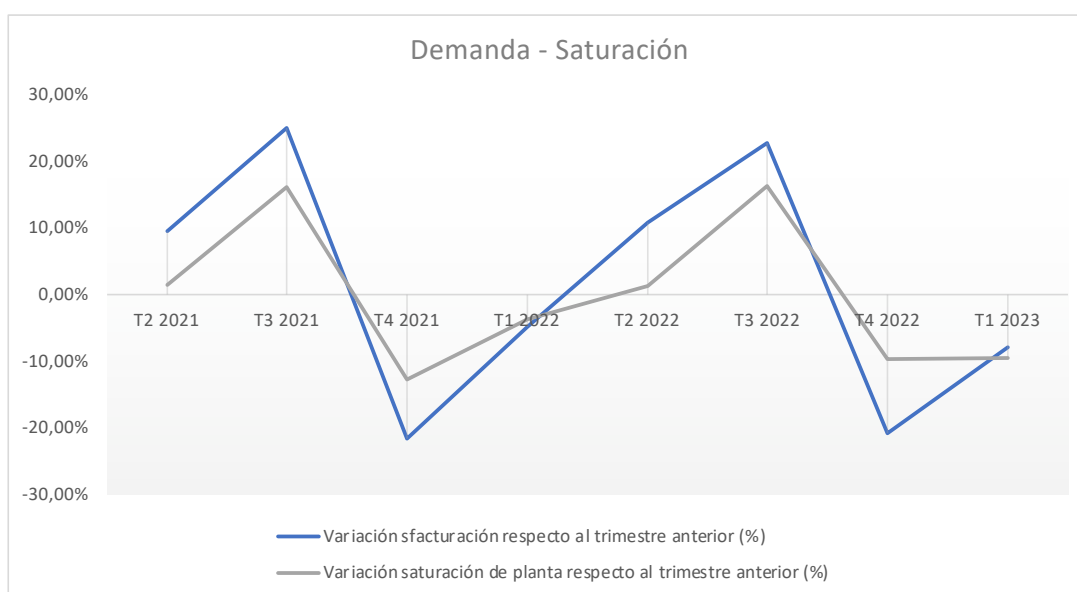


Figura 8. Correlación Demanda - Saturación. Levante Plastics.

- Producción – Máquinas – Calidad:** Este indicador se sitúa por debajo del mejor periodo (T1-2022) en 13,1 puntos porcentuales en el rango T3-2021 y 13,2 puntos porcentuales en el rango T3-2022. Con respecto al siguiente mejor periodo, se encuentran a 11,1 y 11 puntos porcentuales respectivamente. Esta variación porcentual entre periodos se describe de manera gráfica en la Figura 9.

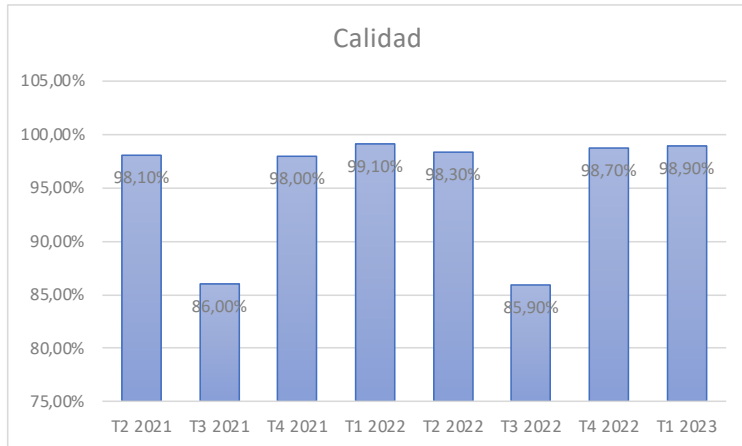


Figura 9. Indicador Calidad. Levante Plastics.

Tras el análisis exhaustivo de los datos de este indicador concreto (Calidad) se concluye que en T3 existe un factor que produce la caída porcentual del indicador de manera significativa con respecto al resto de periodos, tanto en el año 2021, como en el año 2022.

El factor que produce la caída de la calidad de Levante Plastics es el aumento de la saturación de la planta productiva, y, por tanto, de los técnicos encargados de realizar los controles de calidad pertinentes.

Se llega a esta conclusión tras comparar el comportamiento de la variación porcentual con respecto al periodo anterior de los indicadores 'Calidad' y 'Saturación de Planta'.

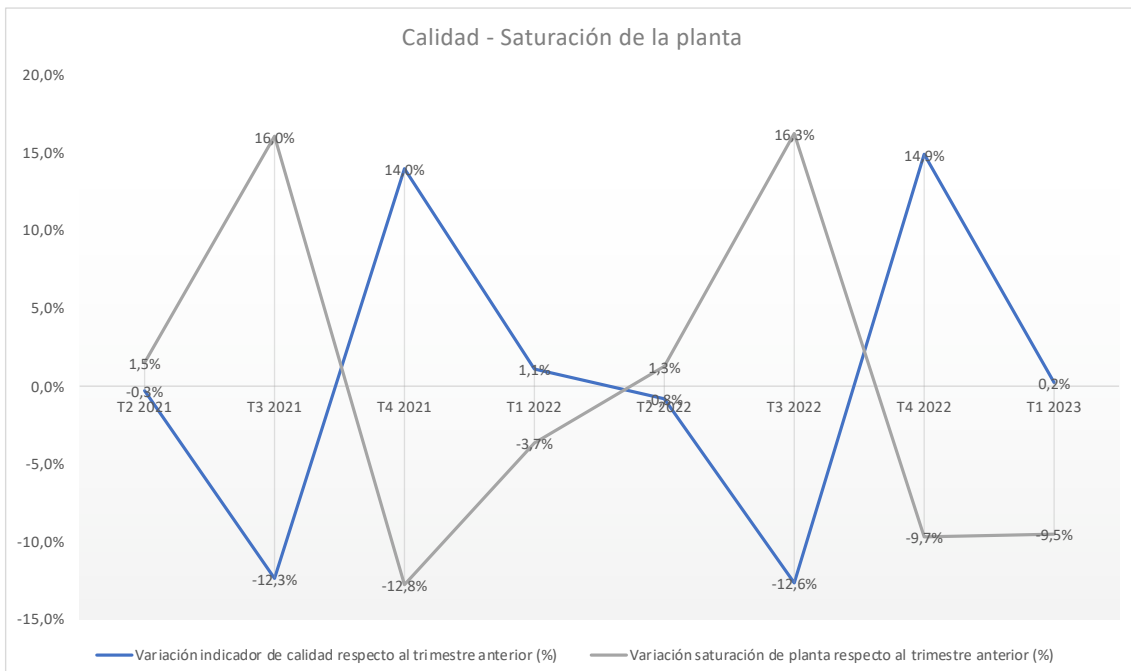


Figura 10. Correlación inversa Calidad - Saturación. Levante Plastics.

Tal y como se observa en la Figura 10, existe una correlación inversa entre la variable 'Calidad' y 'Saturación', pues cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye. Este fenómeno induce a buscar una solución tecnológica derivada de la Industria 4.0 para poder de mitigar las ineficiencias e ineficacias en el proceso de calidad de manera general, pero, sobre todo, en los periodos T3-2021 y T3-2022, donde se cosechan los peores resultados.

- **Logística – Incidencias en la preparación de pedidos:** Este indicador, en T3-2021 y T3-2022 se sitúa muy por encima del periodo con menor número de incidencias (T1-2023), 68.132€ y 59.067€ respectivamente, es decir, entre el 105% y el 121% de variación entre el rango más y menos favorable.

Tras el análisis y cruce de datos derivados de la comparación del número de incidencias y la facturación por periodo de Levante Plastics se concluye que, **cuando incrementa el indicador de facturación** (es decir, incrementa la carga de trabajo en la preparación de pedidos), **incrementa de manera significativa las incidencias en la preparación de pedidos.**

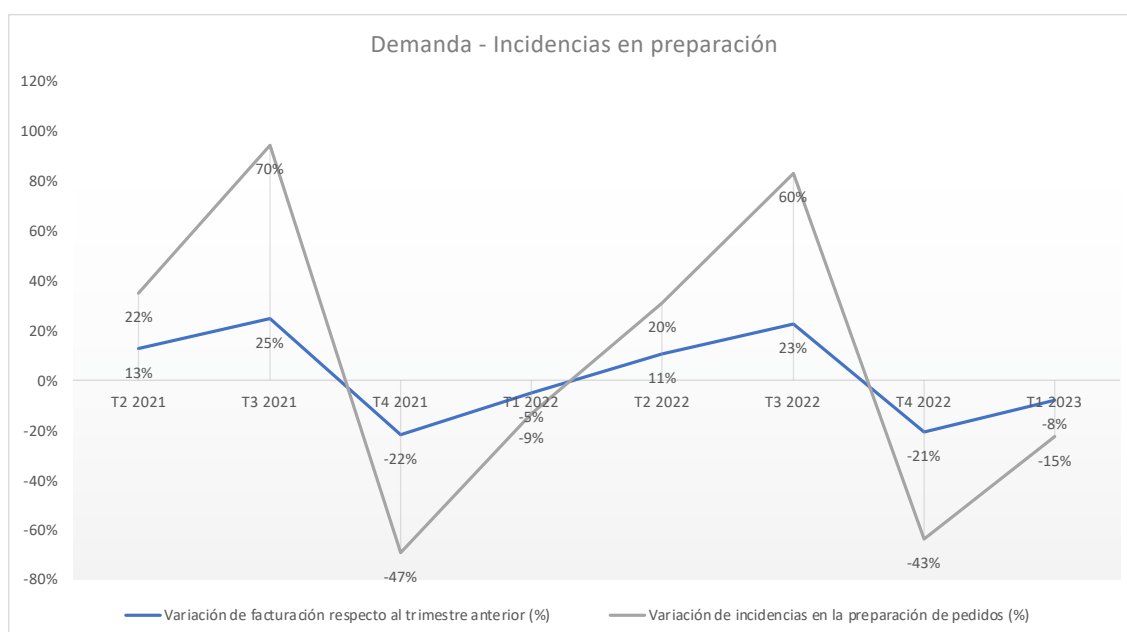


Figura 11. Correlación Demanda - Incidencias. Levante Plastics.

Tal y como se observa en la Figura 11, en la que se compara la variación porcentual de los indicadores entre diferentes periodos, existe una correlación directa entre uno y otro, por lo que, al incrementar la demanda, incrementa exponencialmente las incidencias en la preparación de pedidos. Puesto que se trata de errores humanos derivados de la propia operativa de preparación de pedidos, a través de este trabajo se buscará soluciones procedentes de la Industria 4.0 con el fin de erradicar las incidencias y mantenerlas estables en el tiempo independientemente de la variación de demanda a la que esté expuesta Levante Plastics.

Tras este análisis, el trabajo se enfocará principalmente en mejorar los procesos de calidad de los productos y las incidencias en la preparación de pedidos de Levante Plastics a partir de soluciones derivadas de la Industria 4.0.

11 Propuesta de solución

Con el fin de poder mitigar la problemática resultante del análisis de los datos anteriormente expuestos se propone una solución a través de la implantación de un **Sistema de Gestión de Almacenes (WMS/SGA)** para aplacar las ineficiencias logísticas y, por otro lado, la implantación de **sistemas de visión artificial industriales dotados de inteligencia artificial** para automatizar los controles de calidad de Levante Plastics.

11.1 Implantación Sistema de Gestión de Almacenes (SGA)

11.1.1 Introducción al concepto

Un Sistema de Gestión de Almacenes es, según la empresa multinacional alemana experta y líder en diseño de productos informáticos de gestión empresarial *SAP (2022)* *‘un software que optimiza cada parte de la gestión de almacenes, desde la recepción y el almacenamiento hasta el retiro, el embalaje, el envío, el seguimiento del inventario y todos los pasos intermedios’*.

Las ventajas principales de la implantación de un SGA son:

- **Eficiencia operativa mejorada:** Los Sistemas de Gestión de Almacenes son capaces de optimizar todos los procesos logísticos que se llevan a cabo en la compañía, desde que las materias primas y materiales auxiliares se reciben, hasta que se expiden los pedidos de producto terminado. Ofrece una reducción de errores en el envío de mercancías y se establecen procedimientos para eliminar las duplicidades. Cabe destacar el flujo de información y la integrabilidad con los Sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) con el fin de dar una visión logística generalizada de la compañía, que se extienda más allá del propio almacén, y contribuir al aumento del flujo de mercancías.
- **Reducción de desperdicios y costos:** A través de una metodología *FIFO* (primero entra-primero sale), en caso de que la empresa cuente con producto perecedero, el SGA permite establecer qué artículos deben ser expedidos antes que otros, así como aportar datos sobre cuáles deberían realizarse esfuerzos por vender para que no perezcan en el almacén. Por otro lado, un SGA permite la adecuación del almacén en función de las necesidades de este y de la casuística concreta de la empresa optimizando el espacio empleado en el almacenamiento de mercaderías y reduciendo desplazamientos de los operarios para ganar eficiencia y reducir costes operativos.
- **Visibilidad de inventario en tiempo real:** Mediante el uso de diferentes tecnologías como RFID, códigos de barras, sensores, etc. el SGA permite dotar a la empresa de información precisa para la toma de decisiones operativas, como el diseño de nuevas estrategias de inventario o previsiones de demanda que reduzcan los valores de stock y doten de mayor competitividad financiera a la empresa.
- **Gestión mejorada de la mano de obra:** el SGA es capaz de asignar las tareas adecuadas para cada uno de los recursos (empleados) con los que la empresa cuenta en función de sus habilidades, proximidad al producto o desempeño y pronosticar la variabilidad de mano de obra requerida para cada periodo concreto.
- **Mejora de las relaciones con clientes y proveedores:** Las incidencias e imprecisiones en la preparación de pedidos se mitigan con la implantación de un SGA por lo que aumenta la satisfacción y fidelidad de los clientes además de reducir los tiempos de descarga de los proveedores (*Suczhañay, R. V., 2022*).

11.1.2 Aplicación SGA - Levante Plastics

De entre las diferentes posibilidades que ofrece un Sistema de Gestión de Almacenes, la más interesante para Levante Plastics, es la reducción de incidencias e imprecisiones en la preparación de pedidos, pues como se ha expuesto en la Tabla 4., la compañía suma un total de más de 300.000€ anuales, de media, en pedidos devueltos a causa de una preparación errónea por parte de los diferentes empleados que conforman el equipo de la operativa logística (preparación de pedidos).

La misión principal de esta solución contribuye de manera muy concreta a la **erradicación de las incidencias en la preparación de los pedidos en aquellos periodos en que aumenta la demanda de manera significativa**, y en todos los demás periodos (*Figura 12*). De este modo, la operativa comprende un proceso más minucioso y detallado de los artículos que han de ser preparados por los diferentes operarios del área logística, así como de las cantidades exactas que satisfarán para cada uno de los pedidos.



Figura 12. Demanda – Incidencias en la preparación de pedidos

A través del uso de diferentes medios tecnológicos como los lectores de códigos de barras, la realidad aumentada, tabletas electrónicas industriales conectadas a internet (IoT) y los sistemas de planificación de recursos industriales (ERP) tanto en la preparación, como en el proceso de recepción y expedición de los pedidos, imposibilitará que al cliente final le lleguen productos indeseados o cantidades inexactas, y que con ello, el indicador clave del área logística 'Incidencias en la preparación de pedidos' sea 0€. Con esta aplicación derivada de la implantación de un SGA, también se verá incrementado el indicador 'OTIF', puesto que las cantidades de los pedidos siempre irán completas.

La implantación de esta solución derivada de tecnologías impulsoras de la Industria 4.0, originará diferentes ventajas competitivas significativas para Levante Plastics a través de la radicación de las incidencias en pedidos y el aumento de la productividad de los empleados. Además, no cometer errores en la preparación de pedidos afianzará la relación con los clientes ofreciendo un servicio de calidad, exacto y completo independientemente de la carga de trabajo de los profesionales del área logística, además de un inventario notablemente mejor gestionado.

11.1.3 Implantación SGA - Levante Plastics

A continuación, se detallarán las diferentes fases de implantación del SGA en Levante Plastics:

- **Lanzamiento:** En esta etapa se definen las necesidades concretas a satisfacer en la operativa logística de Levante Plastics, como la reducción de incidencias en la preparación de pedidos, principalmente. Se documenta el proceso operativo y los objetivos del proyecto de implantación.
- **Diseño de la solución:** El proveedor del *software* diseña la solución a implantar tras enumerar las necesidades del cliente e incluye aquellas que, como profesional, considera interesantes para el proyecto y que complementan la búsqueda de la eficiencia y eficacia en la operativa del almacén de Levante Plastics. Además, en esta fase es necesaria la total coordinación entre el responsable de la implantación por parte de la empresa cliente y el proveedor para la definición completa del *software* y la adquisición de todos los equipos tecnológicos que la empresa precisa (tabletas electrónicas industriales, lectores de códigos de barras, equipos de internet en la nube, dispositivos de realidad aumentada, etc.)
- **Configuración:** En esta fase de la implantación, el proveedor de SGA analiza y propone concienzudamente la mejor solución para Levante Plastics de manera personalizada, además de configurar los diferentes dispositivos tecnológicos y las licencias de *software* que vayan a ser utilizadas. En esta etapa, los empleados reciben la formación necesaria para poder trabajar con el SGA y se lleva a cabo un ensayo general que comprueba que las funcionalidades son correctas antes de desarrollar la solución por completo.
- **Puesta en marcha:** Momento en que la solución entra en funcionamiento en Levante Plastics. El proveedor acompaña al cliente para chequear que la configuración del *software* y de los dispositivos digitales es correcta y que se adapta tal y como se espera a las necesidades logísticas de la empresa.

En el 72,2% de los casos (*SoftDoit, 2018*) el transcurso de tiempo total que oscila entre el lanzamiento y la puesta en marcha de un Sistema de Gestión de Almacenes es de entre 3 y 6 meses.

11.1.4 Recuperación de la inversión – SGA

A continuación, se realizará el cálculo de recuperación de la inversión de la implantación de un SGA estándar en la compañía Levante Plastics a través del método del *PayBack*, el cual se calcula a través de la siguiente fórmula matemática: ***Payback (PB) = Inversión inicial / resultado promedio del flujo de caja.***

Según la consultora online de soluciones tecnológicas *SoftDoit (2018)*, la gran mayoría de soluciones de SGA (47,2%) oscilan entre los 10.000€ y 30.000€, el 22,2% entre 50.000€ y 100.00€, mientras que solo el 13,9% de las soluciones sobrepasan los 100.000€. Para realizar el cálculo se tendrá en cuenta el caso más desfavorable, situado en 100.000€ de inversión inicial.

Tal y como se ha mencionado durante el transcurso de este trabajo, el flujo medio de caja anual estimado se sitúa en 300.000€, derivado de todos los pedidos devueltos por incidencias en la preparación teniendo en cuenta todos los periodos observados (T2 2021 a T1-2023).

$$\text{Payback (PB) inversión SGA} = 100.000 / 300.000 = 0,33 \text{ años.}$$

Tal y como ilustra el cálculo, transcurrirán un total de 0,33 años (121 días) desde que los flujos de caja netos acumulados por la inversión se igualan al valor total de la misma.

11.2 Implantación visión artificial

11.2.1 Introducción al concepto

La visión artificial es una de las tecnologías que más ha evolucionado en los últimos años en el ámbito de la inteligencia artificial. Está formada por una serie de herramientas que hace posible la obtención, comprensión y análisis de imágenes para ser posteriormente procesadas, con el fin de mejorar los procesos productivos y facilitar el trabajo humano (*Ramírez, 2022*).

Tal y como expone el *IE Business School (2022)*, la visión artificial utiliza algoritmos para tratar de asimilar los datos visuales de la misma manera en que lo podría hacer el ojo de un ser humano. Estos modelos son capaces de reproducir los datos y tomar acciones en función de su propia configuración.

La visión artificial se hace posible a través de varios dispositivos físicos como:

- Cámara: Sensor de imagen encargado de transfigurar la luz en datos de imágenes posteriormente retransmisibles.
- Lentes: La misión principal de las lentes es centralizar la luz en el sensor de imagen.
- Luz: Son necesarios unos niveles concretos de luz para poder procesar y analizar aquello que pretende ser visible.
- Procesador de imagen: Encargado de obtener la información más significativa utilizando algoritmos configurados previamente.
- Comunicación: A través de la comunicación se transporta la información hacia otros instrumentos de análisis.

Observar *Anexo X* para ampliar información sobre el funcionamiento de la visión artificial.

Los sistemas de visión artificial que existen en función de la tipología de producto a observar son tres:

- Sensores de visión inteligente: Capacidades limitadas, diseñados para trazar los procesos productivos en cualquier tipo de industria y tienen un bajo coste de adquisición.
- Cámaras inteligentes y sistemas de visión integrados: Procesamiento de imagen avanzado y soluciona cualquier tipo de demanda.
- Sistemas de visión avanzados: Estas soluciones integran unos sistemas dispositivos sofisticados capaces de analizar una cantidad de datos muy grande de manera síncrona. Estos pueden ser capaces de aprender de los humanos y aplicar el conocimiento en la realización de diferentes acciones.

11.2.2 Aplicación Visión Artificial – Levante Plastics

La aplicación principal de esta tecnología fruto de la Industria 4.0 escogida para su implantación en Levante Plastics tiene el propósito de establecer un sistema de control de calidad de detección de defectos automatizado y **mantener, en cualquiera de los periodos, los estándares de calidad de los productos de la compañía independientemente de la saturación de la planta productiva** (*Figura 13*).

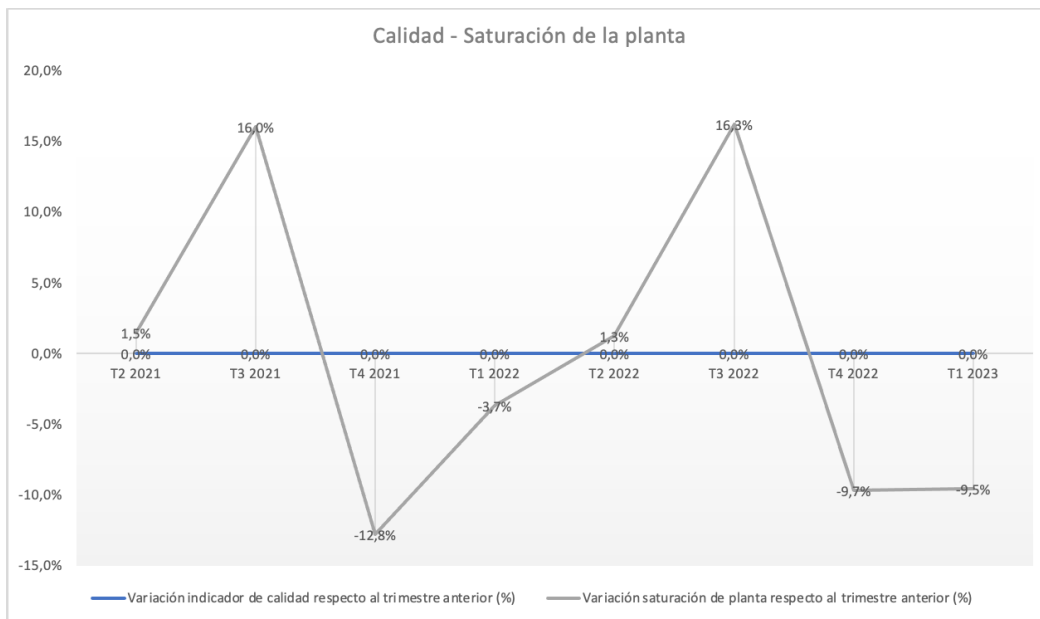


Figura 13. Calidad – Saturación de Planta

A través del uso de cámaras inteligentes, sistemas de visión guiados y otros dispositivos tecnológicos (*cobots* implantados en todas las máquinas, en continua comunicación con el resto de los terminales de la compañía a través del uso de internet (IoT)), se pretende informar al departamento de calidad de manera automática de las incidencias que puedan ocurrir en el proceso productivo y desechar cualquier pieza defectuosa de manera instantánea, autónoma y automatizada. Pues el nuevo sistema de control de calidad de la producción quedará delegado a la inteligencia artificial (IA) tras ser configurado y parametrizado de acuerdo con los estándares de calidad de la compañía, para que este arroje en cualquiera de los periodos sin que influya la carga de trabajo de la planta, los mismos resultados (*Figura 13*). Puede observarse en el *Anexo XI* un ejemplo ilustrativo real de detección de defectos en plantas industriales basado en el uso de visión artificial.

Por parte de Levante Plastics, se estima que las devoluciones de clientes derivadas de los productos con defectos de acabado que no son detectados por los técnicos en cualquiera de los periodos (agravándose esta situación en los periodos T3-2021 y T3-2022 (*Figura 10*)) y acaban llegando al cliente final, suponen pérdidas económicas de más de 45.000€ anuales.

Además de cumplir con el propósito principal de automatizar los controles de calidad, estas tecnologías favorecerán a la mejora de la seguridad en la planta productiva de Levante Plastics creando un espacio de trabajo menos transitado por humanos, y, por tanto, más seguro. Por otro lado, se verá mejorada la productividad en los controles de calidad, puesto que la capacidad y rapidez de análisis de imágenes de la visión artificial por parte de las tecnologías, es superior a la de los humanos (*Ramírez, 2022*) y la mano de obra de los técnicos de calidad podrá ser invertida en otras tareas que requieran del conocimiento humano.

Por último, cabe destacar la reducción en costes productivos que generará la implantación de sistemas de visión artificial principalmente a través de la mejora en la velocidad de fabricación y la reducción de mano de obra necesaria. Asimismo, el minucioso análisis de las piezas producidas permitirá informar con celeridad qué está fallando en el proceso, y con ello, reaccionar de manera inmediata para reducir el desperdicio de piezas defectuosas y materias primas.

11.2.3 Recuperación de la inversión – Visión Artificial

Se procede a calcular el plazo de recuperación de la inversión en dispositivos de visión artificial en la empresa Levante Plastics, nuevamente, a través del método del *PayBack* descrito a través de: **Payback (PB) = Inversión inicial / resultado promedio del flujo de caja.**

Tras la solicitud de diferentes presupuestos que pudieran orientar sobre el coste de la implantación de sistemas de visión artificial válidos para Levante Plastics, la empresa catalana *Artificial Visión – Air Detection* ofrece diferentes *hardware*, de entre los que se escoge el Módulo Detección (1 cámara 4k – interior IA) con un coste de 14.600€ aproximadamente por máquina, que asume el producto, la licencia, la formación del personal y el mantenimiento incluido durante 20 años. El resumen de la cotización de los diferentes *hardware* ofrecidos por la empresa de soluciones tecnológicas puede consultarse en el *Anexo XII*.

	T2 2021	T3 2021	T4 2021	T1 2022	T2 2022	T3 2022	T4 2022	T1 2023
Devoluciones (€ Producto defectuoso)	11.549 €	14.223 €	11.781 €	8.007 €	12.091 €	14.340 €	10.980 €	7.956 €

Figura 14. Devoluciones por producto defectuoso (€)

La implantación se realiza sobre las 5 máquinas productivas con las que cuenta la empresa, por lo que la implantación supondría un coste total de 73.000€. Teniendo en cuenta los flujos de caja resultante de las devoluciones por producto defectuoso, los cuales fijan una cifra de 45.418€/año tomando los datos del ejercicio 2022 (*Figura 14*), se puede calcular el retorno de la inversión ofreciendo los siguientes datos:

$$\text{Payback (PB) inversión Visión Artificial} = 14.600 \times 5 / 45.418 = 1,61 \text{ años.}$$

Tal y como se muestra en la fórmula, transcurrirán un total de 1,61 años (587 días) desde que los flujos de caja netos acumulados por la inversión se igualan al valor total de la misma.

12 Conclusiones

Tras la elaboración de este trabajo de análisis y aplicación de herramientas tecnológicas fruto de la Industria 4.0, utilizando como ejemplo una PYME industrial española (Levante Plastics) con evidentes carencias digitales, se concluye que, mediante la implantación de diferentes soluciones tecnológicas la empresa adquiere una posición radicalmente más competitiva, sobre todo, en las áreas operativas de producción, calidad y logística. Con ello, se consigue reducir los costes operativos mitigando las ineficiencias logísticas derivadas de la preparación de pedidos (errores en preparación, rutas de preparación ineficientes, etc.) y automatizando los controles de calidad productivos.

Cabe destacar que las dos soluciones tecnológicas propuestas para la mejora en competitividad y costes de Levante Plastics, como son; la implantación de un Sistema de Gestión de Almacenes (SGA) avanzado y la gestión automatizada de los controles de calidad a través del uso de dispositivos de visión artificial dotados de Inteligencia Artificial (IA), suponen únicamente, una propuesta concreta de aplicación de tecnologías, puesto que el abanico de áreas sobre las que poder incidir en fases posteriores de digitalización es muy amplio.

Tal y como se ha podido observar, es evidente que la implantación de soluciones tecnológicas supone una inversión, casi siempre, bastante significativa para la empresa, pero tal y como se ha abordado en este trabajo, en España actualmente existen diferentes medios de financiación a los que poder recurrir, procedentes de Europa y las entidades nacionales competentes que facilitan la digitalización de las empresas y la aportación de competitividad y valor añadido al mercado. Además, en el caso concreto que se aborda, se ha observado como el plazo de recuperación de la inversión es muy atractivo para la empresa, puesto que en el corto-medio plazo empiezan a generarse flujos de caja positivos resultado de la transición hacia la Industria inteligente, conectada y digitalizada.

Por otro lado, se concluye la incidencia directa y clara sobre tres Objetivos de Desarrollo sostenible como el ODS9. *Industria, Innovación e Infraestructura* a través de la aplicación de proyectos innovadores incidiendo en el desarrollo tecnológico y el incremento de eficiencia energética y de recursos. Además, el ODS12, basado en una *producción y consumo responsable*, también es defendido a través de la aplicación de tecnologías que reducen los desperdicios derivados de la producción y de la aportación de eficiencia en los procesos industriales. Por otro lado, se han abordado prácticas concretas que, aprovechando la implantación de nuevas soluciones tecnológicas, favorecerán a la igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, contribuyendo de forma directa al ODS 5. *Igualdad de género*.

En cuanto a la hipótesis inicial: *‘El uso de las herramientas tecnológicas adecuadas derivadas de la Industria 4.0, ayudará a Levante Plastics a llevar a cabo mejoras competitivas significativas a través de la reducción de costes operativos, la mejora del servicio al cliente y el aumento de la calidad de sus productos, entre otros.’*, puede observarse como los datos evidencian su certeza, y, por tanto, esta no se rechaza.

En el futuro, la empresa podrá seguir abordando proyectos tecnológicos que reduzcan los costes de otras áreas, como la administración o la planificación de la producción, entre otros.

Por último, serán respondidas las preguntas inicialmente propuestas:

¿Cómo puede llevarse a cabo una mejora competitiva a través del uso de herramientas derivadas de la I4.0 en la empresa Levante Plastics para aumentar de manera significativa su competitividad en el mercado?

En este caso, se lleva a cabo una mejora competitiva a través de la implantación de un SGA que elimina las incidencias derivadas de la preparación de pedidos y de sistemas de visión



artificial inteligentes que aseguran un correcto control de la calidad independientemente de la carga de trabajo de los operadores.

¿Puede reducirse los costes operativos de una empresa industrial haciendo uso de soluciones derivadas de la Industria 4.0?

Los costes operativos se reducen a través de la eficiencia que aporta a los procesos la implantación de estas soluciones.

En caso de llevar a cabo la ejecución de un proyecto derivado de la Industria 4.0, ¿Es esta una solución rentable?

Tal y como se demuestra durante la realización de este trabajo el retorno de la inversión es relativamente corto, entre uno y dos años. Se trata de una solución rentable.

13 Valoración personal

Con la realización de este trabajo, se ha conseguido materializar la idea de llevar a cabo una transición tecnológica hacia la Industria 4.0 para mejorar los procesos de una empresa manufacturera, tal y como inicialmente se presumía. Tras los resultados arrojados en el análisis interno y externo de la empresa, se ha hecho mucho más sencillo encauzar la búsqueda e implantación de soluciones, puesto que el objetivo, desde ese momento, quedó claramente definido.

Se ha puesto en práctica una gran labor de búsqueda de información contrastada y multitud de herramientas y conocimientos derivados de las diferentes asignaturas cursadas durante la realización del Grado en Administración y Dirección de empresas, lo que hace de este, un trabajo complementado y desarrollado desde un punto de vista académico, profesional, personal, crítico y objetivo.

14 Autoevaluación

Este trabajo de fin de grado supone una síntesis final de todos los conocimientos y medios a disposición del estudiante durante el transcurso de la formación académica, que refleja de manera muy fidedigna el nivel final tras el transcurso de varios años de esfuerzo y compromiso.

El autor considera que el resultado final del trabajo supera las expectativas iniciales, puesto que no esperaba encontrarse con la posibilidad de contar con la suficiente cantidad de datos como para realizar un análisis tan exhaustivo de la compañía, que le permitiera justificar de manera notable la transición hacia la Industria 4.0, y, además, prever un retorno de la propia inversión.

El resultado obtenido es muy satisfactorio.



15 Referencias bibliográficas

- Fisterra. (2002). *Investigación cuantitativa y cualitativa*. <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/investigacion-cuantitativa-cualitativa/>
- Mitjavila, E. [Esteban]. (2023). *Análisis económico-financiero de Holaruz-Clidom S.A.* [Trabajo final de grado]. Universitat Oberta de Catalunya. <http://hdl.handle.net/10609/147419>
- Blanco, R. [Raül], Fontrodona, J [Jordi] y Poveda, C. [Carmen]. (2020). LA INDUSTRIA 4.0: EL ESTADO DE LA CUESTIÓN. *Ministerio Español de Industria, Cultura y Turismo*, 151–164. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,%20FONTRODONA%20Y%20POVEDA.pdf>
- Deloitte. (2023). *¿Qué es la Industria 4.0?* <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>
- Ministerio Español de Industria, Cultura y Turismo. (2021). *ACTIVA Industria 4.0*. <https://www.industriaconectada40.gob.es/programas-apoyo/Paginas/activa.aspx>
- Cámara de Comercio (2022). *Industria 4.0* <https://www.camara.es/innovacion-y-competitividad/industria-4-0>
- Engineering (2021). *Siemens Opcenter Advanced Planning and Scheduling*. <https://www.indx.com/es/product/siemens-opcenter-advanced-planning-and-scheduling-preactor-aps>
- IBM (2022). *¿Qué es la Industria 4.0?* <https://www.ibm.com/es-es/topics/industry-4-0>
- Sachon, M. [Marc], (2018). Los pilares de la industria 4.0. *IESE*, N°158 24–27. <https://media.iese.edu/research/pdfs/ART-3113.pdf>
- Sorigúe, B. [Blanca], (2023). La paridad de género en la transformación empresarial hacia la industria 4.0. *EIEconomista*. <https://revistas.eieconomista.es/catalunya/2023/febrero/la-paridad-de-genero-en-la-transformacion-empresarial-hacia-la-industria-40-GB13210767>
- Martínez, H. [Henar], (2021). Diversidad e igualdad de género en la industria española ¿Puedes nombrar a 10 mujeres relevantes en la industria?. *Ministerio Español de Industria, Cultura y Turismo*. <https://revistas.eieconomista.es/catalunya/2023/febrero/la-paridad-de-genero-en-la-transformacion-empresarial-hacia-la-industria-40-GB13210767>
- Pi, X. [Xavier] y Tuset, P [Pere] (2019). Los nuevos perfiles profesionales en el marco de la Industria 4.0. *Oikonomics*, no. 12, pp. 1-17. ISSN: 2339-9546. <https://oikonomics.uoc.edu/divulgacio/oikonomics/es/numero12/dossier/ptuset-xpi.html>
- IEBS. (2023). *Industria 4.0: Qué es, beneficios y ejemplos*. <https://www.iebschool.com/blog/industria-cuarta-revolucion-industrial-business-tech-logistica/>
- Aibar, E. [Eduard] (2019) *Revoluciones industriales: un concepto espurio*. *Oikonomics*, no. 12, pp. 1-8. ISSN: 2339-9546. <https://oikonomics.uoc.edu/divulgacio/oikonomics/es/numero12/dossier/eaibar.html>

- Bórbore, ME. [María Eugenia],(2022). Industria 4.0: ¿En qué punto estamos?. [conferencia]. V Congreso Industria Conectada del Ministerio Español de Industria, Cultura y Turismo. <https://cic40.es/tecnologias-habilitadoras/industria-4-0-en-que-punto-estamos/>
- Galdón, C. [Carlos] (2021). IV Estudio Smart Industry 4.0. NTT DATA <https://observatorioindustria.org/wp-content/uploads/2021/11/2021-11-IV-Smart-Industry-4.0-2021-v.9.pdf>
- Berger, R. [Roland] (2016). España 4.0 el reto de la transformación digital de la economía. Roland Berger. <https://ib.ccoo.es/f375180b4fe62607845adcc0705cfb7e000061.pdf>
- Alvarez, A. [Almudena]. 2021. Análisis de la incorporación de la Industria 4.0 en Pymes del sector del transporte. [Trabajo de fin de grado]. Departamento de ingeniería energética, Escuela técnica Superior de Ingeniería. (Miguel Torres García). <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/93575/fichero/TFG-3575+ÁLVAREZ+MORALES%2C+ALMUDENA.pdf>
- Universal Robots. (2019). LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: COBOTS Y AUTOMATIZACIÓN <https://www.universal-robots.com/es/blog/la-cuarta-revolucion-industrial-cobots-y-automatizacion/>
- Énfasis Logística. (2021). Integración horizontal y vertical en fábricas <https://logistica.enfasis.com/tecnologia/simulacion-en-tiempos-de-4-0-uso-actual-y-perspectiva-a-futuro/>
- Indsutrias Tayg. (2023). Página principal. <https://www.tayg.com/empresa/>
- Morgan Stanley. (2016). The Internet of Things and the New Industrial Revolution. <https://www.morganstanley.com/ideas/industrial-internet-of-things-and-automation-robotics>
- Oasys. (2022). El Cloud Computing en la Industria 4.0: modelos de servicio y tipos de nube. <https://oasys-sw.com/cloud-computing-industria-4-0-modelos-servicio-tipos-nube/>
- Universidad Internacional de Valencia. (2019). Fabricación aditiva: qué es, proceso y usos. <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/fabricacion-aditiva-que-es-proceso-y-usos>
- Ceballos, A. [Alicia]. 2019. TotalFit, simulació de gimnàs amb companygame.com. [Trabajo de fin de grado]. Departamento de economía y empresa, Universitat Oberta de Catalunya. (Juan José Espinosa Vicente). <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/130026/1/aceballospTFG0619memòria.pdf>
- Ministerio de Igualdad – Gobierno de España (2023) Servicio de asesoramiento para Planes y Medidas de Igualdad. <https://www.igualdadlenaempresa.es/faq/respuestas.htm#:~:text=En%20primer%20lugar%2C%20todas%20las,el%20Real%20Decreto%20901%2F2020>
- Centro Virtual Cervantes (2023) Metodología Cuantitativa https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/metodologiacuantitativa.htm#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20cuantitativa%20es%20una,el%20análisis%20de%20los%20datos
- Damasio, S. [Soralla]. (2021) ¿Cómo calcular el OEE de mi fábrica? [entrada de blog] NOVUS <https://www.novus.com.br/blog/como-calculiar-el-oee-de-mi-fabrica-con-nuestra-hoja-de-calculo-sera-mas-facil/?lang=es#:~:text=El%20OEE%20compara%20la%20capacidad,de%20fabricación%20de%20nuevos%20productos>



Suczhañay, R. V. [Raúl Vinicio]. (2022). *Propuesta metodológica para la implementación de un sistema de gestión de almacenes*. [Trabajo final de máster]. Universidad del Azuay (Crespo Martínez, Esteban). <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11829/1/17356.pdf>

Canizales, Y. P. [Yohana Patricia]. (2018). *REVISIÓN DE ESTUDIOS SOBRE LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS WMS EN OPERADORES 3PL EN COLOMBIA Y EN ALGUNOS PAISES LATINOAMERICANOS*. [Trabajo final de máster]. Facultad de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada. <https://core.ac.uk/download/pdf/286063997.pdf>

SoftDoit. (2018). El software de Gestión de Almacenes se afianza en España y se incrementa la previsión de demanda para el año 2019. <https://www.softwaredoit.es/estudio/3-edicion-del-informe-sobre-el-estado-actual-del-software-de-gestion-de-almacenes-en-espana.html>

IEBS. (2023). Visión artificial en la Industria 4.0: ¿Qué es y qué aplicaciones tiene? <https://www.iebschool.com/blog/vision-artificial-en-la-industria-4-0-que-es-big-data/>

SAP. (2023). ¿Qué es un WMS (Sistema de Gestión de Almacenes)? <https://www.sap.com/spain/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html>

Mecalux. (2023). Guía para la implementación de un WMS. <https://www.mecalux.es/blog/implementacion-wms>

Hablemos de Empresas. (2023). Que es el 'Payback' o plazo de recuperación y como calcularlo. <https://hablemosdeempresas.com/empresa/que-es-payback/#:~:text=Desde%20un%20punto%20de%20vista,ser%20rentable%20una%20determinada%20inversión>

Artificial Vision – Air Detection. (2023). Precios. <https://www.artificialvision.es/es/precios/>