

## Trabajo Fin de Grado

Título del trabajo: Análisis de la implementación de la Industria 4.0 en el territorio español

English title: Analysis of the implementation of industry 4.0 in the Spanish territory

Autor/es

Lucía Villalba Hernández

Director/es

Jesús Pastor Tejedor

Titulación del autor

Ingeniería de las Tecnologías Industriales

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Año 2022

# ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL TERRITORIO ESPAÑOL

## RESUMEN

La industria 4.0 está relacionada con el uso e implementación de las nuevas tecnologías para una mejora continua de los procesos industriales. Una sociedad con elevada adopción de estas tecnologías tendrá una mejor organización y, en consecuencia, un mejor nivel de vida.

Esta implementación se da de un modo gradual en la industria española. Algunas de las medidas que están realizando las empresas son la incorporación de equipos autónomos, robótica, simuladores de procesos, impresoras 3D, inteligencia artificial y equipos que están en constante comunicación entre sí y con otros equipos externos a la organización.

Es importante conocer en qué medida las empresas españolas conocen y participan en esta revolución industrial, así como ver el alcance que tendrá en los años venideros. También es importante conocer en qué situación se encuentra España respecto al resto de países con los que compete.

Es por ello por lo que en este trabajo se pretende abordar los fundamentos teóricos que conforman la industria 4.0 y las limitaciones que España presenta ante el mercado global. También se realiza un estudio estadístico sobre el nivel de madurez digital que tienen las empresas españolas en la actualidad, dependiendo de factores como el sector de actividad económica a la que pertenecen, la comunidad autónoma donde se sitúan y el tamaño de la empresa según número de empleados y según el valor de facturación anual.

## ABSTRACT

Industry 4.0 is related to the use and implementation of new technologies for the continuous improvement of industrial processes. A society with high adoption of these technologies will have a better organization and, consequently, a better standard of living.

This implementation occurs gradually in the Spanish industry. Some of the measures that companies are carrying out are the incorporation of autonomous equipment, robotics, process simulators, 3D printers, artificial intelligence and systems that are in constant communication with each other and with other systems external to the organization.

It is important to know how much Spanish companies know and participate in this industrial revolution, as well as to see the scope it will have in the coming years. It is also important to know in what situation Spain is regarding to the rest of the competing countries.

That is why this paper aims to address the theoretical foundations that make up industry 4.0 and the limitations that Spain presents to the global market. A statistical study is also carried out on the level of digital maturity that Spanish companies currently have depending on factors such as the sector of economic activity to which they belong, the region where they are located and the size of the company according to number of employees and according to the annual invoicing value.

## Contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HISTORIA DE LA INDUSTRIA .....	3
III.	INDUSTRIA 4.0 Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL.....	4
i.	INICIOS DE LA INDUSTRIA 4.0.....	4
ii.	LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL.....	4
iii.	HABILITADORES DIGITALES .....	4
IV.	LA INDUSTRIA 4.0 EN ESPAÑA.....	7
i.	OBJETIVOS Y COMPARATIVA CON EL RESTO DE LOS PAÍSES .....	7
ii.	RETOS .....	10
iii.	OPORTUNIDADES .....	10
iv.	ESTRATEGIA NACIONAL.....	11
1.	HADA .....	12
2.	ACTIVA industria 4.0.....	12
3.	ACTIVA Financiación.....	12
4.	ACTIVA Startups .....	12
5.	ACTIVA Ciberseguridad .....	13
6.	ACTIVA Crecimiento .....	13
V.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INDUSTRIA 4.0 EN ESPAÑA .....	14
i.	HADA .....	14
ii.	CUESTIONARIO .....	16
iii.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	17
1.	GENERAL.....	17
2.	SEGÚN EL SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	18
3.	SEGÚN COMUNIDADES AUTÓNOMAS.....	19
4.	SEGÚN LA FACTURACIÓN DE LA EMPRESA .....	20
5.	SEGÚN EL NÚMERO DE EMPLEADOS .....	22
iv.	MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES.....	24
VI.	CONCLUSIONES .....	25
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	28
VIII.	ANEXO .....	30

## I. INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, la industria está en constante evolución. Actualmente, los desarrollos tecnológicos, la hiperconectividad y la globalización están transformando la economía y la industria por partes iguales. Este cambio que se produce es una oportunidad para posicionar al país como referente internacional.

El término de industria 4.0 se refiere a la cuarta revolución industrial, caracterizada por la conexión entre sistemas y personas en toda la cadena de producción de valor, así como la combinación del mundo físico y virtual. Esto se consigue mediante la introducción de las tecnologías digitales en la industria, de tal modo que los dispositivos y sistemas colaboren, permitiendo modificar los productos, los procesos y los modelos de negocio.

Al igual que España, otros países son conscientes de esta realidad y están tomando medidas importantes al respecto. Es por ello, que la implementación en nuestro país es urgente, para no quedarnos rezagados frente a otras potencias mundiales en esta cuarta revolución industrial. Esta digitalización constituye una oportunidad clave para la mejora de la competitividad de la industria española en el mercado global. La transformación de la industria supone un cambio radical en el modelo de las empresas.

La adaptación de los productos, procesos y modelos de negocio viene determinada por un cambio en la sociedad debido a la digitalización. Cada vez los clientes están más conectados y exigen productos de mayor calidad, personalizados y en menor tiempo. Este hecho plantea, al mismo tiempo, retos y oportunidades a la industria. La creciente demanda de una oferta personalizada, facilitada por las tecnologías digitales, obliga a adaptar la oferta de productos digitales.

Para afrontar estos desafíos, la industria española tiene que someterse un cambio que le permitirá generar un nuevo modelo industrial en el que la innovación sea colaborativa, los medios productivos estén completamente conectados y sean flexibles, las cadenas de suministro estén integradas y los canales de distribución y atención al cliente sean digitales. Así será posible gestionar un producto inteligente y personalizado.

Para que esto sea posible, existen los habilitadores digitales, que son las tecnologías que se han desarrollado (y lo siguen haciendo) y que permiten la hibridación entre el mundo físico y digital para hacer de la industria una industria inteligente.

Ante esta situación de cambio inmediato, es importante conocer la situación en la que se encuentra el país y cuáles son los elementos que diferencian y hacen única nuestra industria. Es importante entender que los factores que determinan nuestra economía tienen una relación directa con la industria y, en consecuencia, con su desarrollo. Conocer los factores positivos y negativos que posee nuestro país en relación con el resto de los países es importante para fomentar los puntos fuertes y fortalecer los débiles, con el objetivo de crear una industria renovada y sólida, que lidere esta transformación digital.

El gobierno ha implementado una estrategia para la implementación de la industria 4.0 que tiene varias líneas, con el objetivo de favorecer a las PYMES y dar formación y ayudas para la implementación en varios ámbitos de la industria 4.0.

Conocer la situación actual del panorama nacional en cuanto a la implementación de la industria 4.0 es el primer paso para poder entender los cambios que son necesarios hacer y cuáles son los factores que determinan que dicha implementación se lleve a cabo en las empresas españolas.

Es por ello por lo que el principal objetivo de este trabajo ha sido, además de poner en contexto que es la industria 4.0, su importancia y principales características, el conocer la relación que existe entre la madurez de la empresa a nivel tecnológico y factores tales como la dimensión de la empresa, su actividad económica, la región donde se sitúa o factores económicos de esta.

## II. HISTORIA DE LA INDUSTRIA

Desde el siglo XVIII la palabra industria adquirió significado. Hasta la actualidad, se han dado 4 grandes revoluciones industriales que progresivamente han sido impulsoras de cambios en la sociedad, economía y tecnología.

La primera revolución industrial se dio entre 1760 y 1840 y se vio caracterizada por la implementación de la máquina de vapor en el trabajo. Nacida esta revolución en Reino Unido, impactó en la forma de trabajar, pues se pasó de trabajos manuales y de tracción animal a trabajos impulsados por motores de agua y vapor para la producción.

La segunda revolución industrial se desarrolló a partir del 1850 y supuso un cambio en las fábricas, pues se comenzó a manufacturar en serie, lo que produjo una mayor producción en un menor tiempo. Otros cambios que se dieron fueron en las materias primas (uso de metales como el acero o cobre), productos químicos y nuevas fuentes de energía (electricidad, gas y petróleo). Así mismo ayudó la mejora en los transportes, el empleo del ferrocarril para el movimiento de materias primas y el desarrollo de los coches y los aviones. También el crecimiento demográfico agrupado en las grandes ciudades supuso un cambio de una economía basada en la agricultura a una economía de base urbana. Por todo ello esta revolución, que se prolongó hasta el 1914, puede llegar a considerarse el inicio de la globalización e internacionalización de la economía.

La tercera revolución industrial, cuyo comienzo fue hacia 1980, se caracteriza por la implementación de la informática y la electrónica en las fábricas, de modo que la industria se automatiza. También se han promovido en esta revolución el uso de las energías renovables. Esto de nuevo supone un cambio socioeconómico en la sociedad debido a la producción automatizada y la digitalización de las fábricas.

La cuarta revolución industrial se está dando actualmente. Se basa en el intercambio de información entre dispositivos que se da de forma autónoma y en la recopilación de datos por los dispositivos, que permite aunar el mundo físico con el digital. En ella participan los mercados, con los clientes, los proveedores y los competidores, aportando todos ellos información en tiempo real que es usada por los medios productivos.

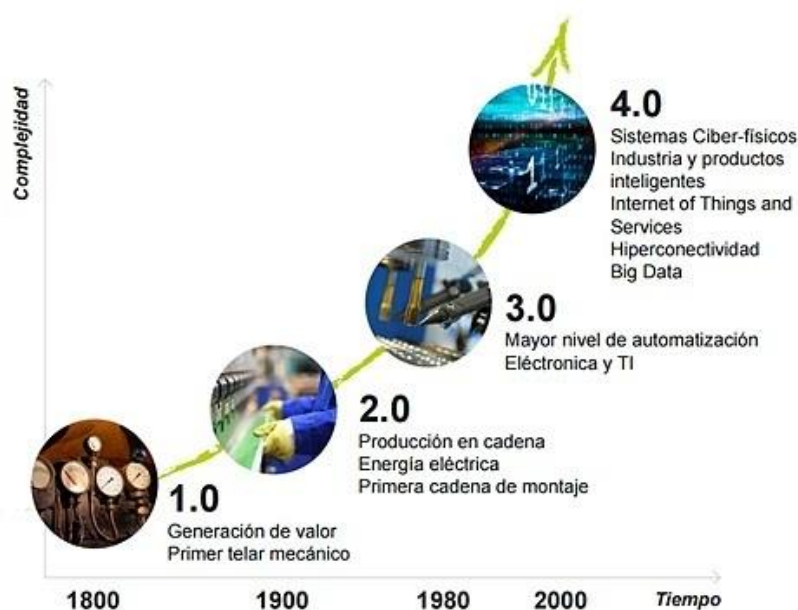


Ilustración 1: Evolución de la industria

### III. INDUSTRIA 4.0 Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

#### i. INICIOS DE LA INDUSTRIA 4.0

El término industria 4.0 surgió en Alemania en un debate económico en el año 2011. En ese mismo año en EE. UU. se acuñó el término “Advanced manufacturing partnership”, que se refiere a la industria 4.0 en el sector de la manufactura. En los años sucesivos se crearon diferentes nombres en diferentes países que hacían referencia a la industria 4.0 tales como “La Nouvelle France Industrielle”, en 2013, o “Future of manufacturing for 2050”, en Reino Unido.

Las empresas manufactureras han sido pioneras en la adopción de las tecnologías de la industria 4.0. La digitalización de las empresas ha supuesto la mejora en la producción y en la oferta de servicios a sus clientes.

Es importante destacar que la industria 4.0 no se limita a la empresa en la que se aplica, sino que es capaz de conectar los dispositivos de la empresa entre sí durante toda la cadena de valor del proceso productivo y, a su vez, conectar la empresa con el mundo exterior. Esta es la principal diferencia de la industria con lo que se conoce como fábrica inteligente, un concepto anterior que únicamente comunicaba los dispositivos de la empresa entre sí.

Uno de los principales términos que se relacionan con la industria 4.0 es la flexibilidad, pues cada día más se demandan productos personalizados, a bajo precio, de calidad y con rapidez de entrega. Por lo tanto, la adaptabilidad de las empresas y de sus procesos productivos tiene que ser rápida, efectiva y a bajo coste. La conexión entre todos los departamentos que forman la empresa tiene que ser precisa para agilizar estos procesos de cambio y de producción.

Las consecuencias de esta implementación de la industria son una mayor capacidad de innovación, de automatización y una mayor comunicación entre las personas y las máquinas.

#### ii. LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La industria 4.0 se refiere a la introducción de las tecnologías digitales en la industria. La conexión entre dispositivos y sistemas para colaborar entre ellos y con otros, permite la modificación de productos, procesos y modelos de negocios. Esto es a lo que llamamos como transformación digital.

Esta transformación digital, con el tiempo, va a ser implementada en todas las empresas, por lo tanto, todas ellas tienen la necesidad de adaptarse a esta transformación.

Pretende crearse un modelo industrial en el que la innovación sea colaborativa, los medios productivos estén conectados y sean completamente flexibles, las cadenas de suministro estén integradas y los canales de distribución y atención al cliente sean digitales. Todo ello, gestionando un producto inteligente, personalizado y que permita la generación de nuevos modelos de negocio. En definitiva, un modelo de industria inteligente y conectada.

#### iii. HABILITADORES DIGITALES

Los habilitadores digitales son el conjunto de tecnologías que hacen posible esta nueva industria y que explotan el potencial del internet de las cosas. Estas tecnologías vinculan el mundo físico y virtual para hacer posible una industria inteligente. Puede realizarse una división en tres grupos:

- a) Habilitadores de la hibridación del mundo físico y virtual: Convierten elementos físicos en información digital para su posterior tratamiento.

- b) Habilitadores de aplicaciones de gestión: Procesan la información obtenida para poder dar uso a esta información.
- c) Habilitadores de las tecnologías: Permiten trasladar la información de manera segura entre los habilitadores a) y b)

Es importante destacar que la industria 4.0 está en desarrollo, por lo tanto, algunos de estos habilitadores ya existen, mientras que otros tantos están en creación o aparecerán en el futuro.

Dichos habilitadores digitales, que posibilitan la transformación digital de la industria, son el origen de nuevos retos en la industria, y, a su vez, las herramientas para afrontarlos.

A continuación, van a exponerse algunos de los habilitadores digitales presentes en la industria, según los tres grupos mencionados previamente:

- a) Habilitadores de la hibridación del mundo físico y virtual  
Estos habilitadores permiten conectar el mundo físico con el digital, captando información del mundo físico (redes sociales, sensores) o transformando la información de la que disponemos en un elemento físico (impresión 3D, realidad virtual).
  - 1) Sensores: Ampliamente usados en los sistemas productivos y en los procesos industriales. También se aplican en la inteligencia artificial y en los robots, permitiendo así que las máquinas tomen decisiones de manera autónoma.
  - 2) Impresión 3D: Permite la impresión de objetos en tres dimensiones mediante las técnicas aditivas de material. Este habilitador ha revolucionado el modo de diseñar, pues es mucho más fácil crear un prototipo físico.
  - 3) Tejidos inteligentes: Mediante sensores son capaces de monitorear constantes vitales. Suponen un gran avance en el campo médico.
  - 4) Otros: Se prevé que en el futuro se desarrollen otros nuevos habilitadores como exoesqueletos, tejidos orgánicos, etc.
- b) Habilitadores de aplicaciones de gestión (intarempresa e interempresas)  
Estos habilitadores procesan la información obtenida y aplican la inteligencia para dar uso a esta información. Algunos ejemplos son:
  - 1) Soluciones de Negocio: En este grupo encontramos aplicaciones que facilitan la interconexión de los datos en los ámbitos de la cadena de suministros, el marketing, las finanzas y los recursos humanos.
  - 2) Plataformas colaborativas: Son espacios virtuales de trabajo que permiten la conexión de empresas, clientes, instituciones públicas y universidades en todas las direcciones.
- c) Habilitadores de las tecnologías  
En esta categoría, se engloban los habilitadores que permiten la comunicación y el tratamiento de información. Cada vez se demanda un tratamiento más seguro de los datos, una mayor capacidad y un menor coste. Estas redes e infraestructuras de comunicación hacen posible el IoT (Internet de las cosas), conectando objetos a la red y facilitando la inteligencia autónoma en actividades. También esta conectividad facilita una mejora en la eficiencia, productividad, calidad y seguridad de los procesos debido a la monitorización y gestión en tiempo real de los datos. Destacan los siguientes habilitadores:



- 1) Cloud: Esta tecnología agiliza y flexibiliza el uso de recursos técnicos. Permite almacenar datos en internet, sin necesidad de espacio en nuestro dispositivo físico. Además, permite el uso de datos desde cualquier dispositivo. Es muy empleado en aplicaciones de diseño avanzado e en la gestión de la cadena de producción.
- 2) Ciberseguridad: La interconexión global conlleva muchos riesgos. Es importante por parte de las organizaciones que gestionan los datos del usuario ofrecer una seguridad a estos. La ciberseguridad también afecta al proceso y al producto, pues, debido a la tecnología que incorporan los productos, no sea fácilmente accesible y modificable. Por ejemplo, Land Rover tuvo que modificar del mercado alrededor de 65000 coches, ya que un problema de ciberseguridad permitía que se pudiesen robar fácilmente.
- 3) Mantenimiento preventivo: Mediante los habilitadores digitales puede monitorearse el ciclo de vida de un producto y estudiar cuando una pieza va a fallar, de modo que, antes de que el fallo ocurra, pueda cambiarse y así, hacer el proceso más eficiente.

Estos habilitadores digitales nombrados son transversales e indispensables para la transformación digital. Un impulso adecuado y controlado de ellos puede ser la oportunidad que precisa la industria española.

## IV. LA INDUSTRIA 4.0 EN ESPAÑA

### i. OBJETIVOS Y COMPARATIVA CON EL RESTO DE LOS PAÍSES

El objetivo impuesto por la comisión europea es alcanzar una contribución de la industria al PIB del 25% para el año 2025.

Actualmente en España, la industria solo contribuye un 16% respecto al PIB y emplea a un 13% de la población ocupada.

Como la transformación digital está en pleno desarrollo, las estrategias de implementación no están completamente definidas, pero pueden dividirse en 4 grupos:

- 1) Formación académica y laboral en las competencias de la industria 4.0 para garantizar el conocimiento y su correcto desarrollo.
- 2) Fomento de la colaboración multidisciplinar a través de entornos y plataformas colaborativas.
- 3) Impulso del desarrollo de habilitadores digitales y apoyo a empresas tecnológicas.
- 4) Promoción de la puesta en marcha de la industria 4.0, mediante el apoyo a la adopción de la industria 4.0, en un marco regulado y estandarizado en el que se fomenten proyectos de la industria 4.0.

Para entender cuan implementada está la industria 4.0 en España es preciso hacer la comparativa respecto al resto de países. Uno de los factores claves que indican el nivel de madurez digital de los países es el nivel de fabricación inteligente, conectada y autónoma.

Para ello, existen estudios como “Readiness for the future of production rept 2018” en el que se estudia la madurez digital según dos factores: la estructura de producción y los impulsores de producción.

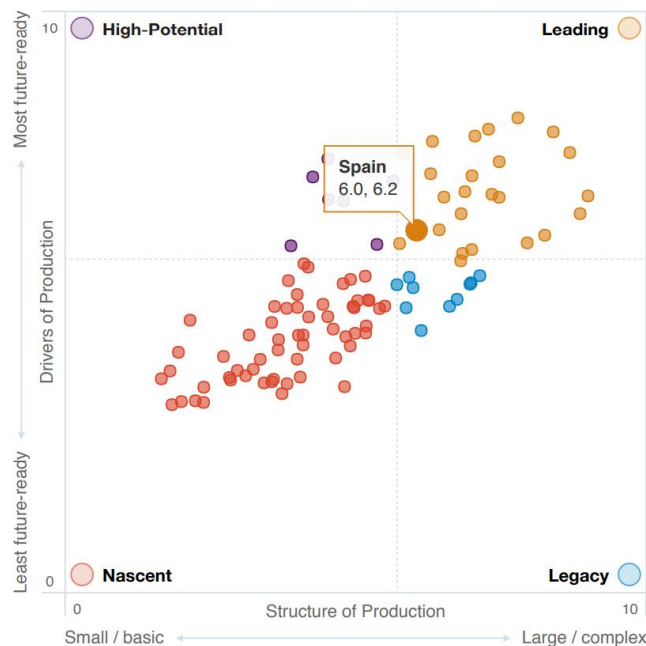


Ilustración 2: España según Readiness for the future of production report 2018

Tal y como se muestra en la imagen anterior, los países quedan divididos en 4 regiones: naciente, legado, alto potencial y líderes. España se encuentra en el grupo de los líderes, sin destacar en dicho grupo. El estudio determina que España tiene una estructura de producción de valor 6/10 y respecto a los impulsores de producción se han valorado en un 6,2/10.

En la siguiente tabla se recogen los parámetros estudiados, el peso que representan en el estudio, la posición que ocupa España y la puntuación conseguida.

*Tabla 1: Puntuación en impulsores de producción, España*

<b>IMPULSORES DE PRODUCCIÓN</b>		<b>6.2/10</b>	<b>Nº24</b>
<b>IMPULSOR</b>	<b>PESO</b>	<b>POSICIÓN</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
<b>TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN</b>	20%	26	5.7
<b>CAPITAL HUMANO</b>	20%	31	5.9
<b>INVERSIÓN Y MERCADO GLOBAL</b>	20%	15	6.8
<b>MARCO INSTITUCIONAL</b>	20%	31	6.5
<b>RECURSOS SOSTENIBLES</b>	5%	29	6.9
<b>ENTORNO DE DEMANDA</b>	15%	22	5.9

*Tabla 2: Puntuación en estructura de producción, España*

<b>ESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN</b>		<b>6.0/10</b>	<b>Nº29</b>
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>PESO</b>	<b>POSICIÓN</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
<b>COMPLEJIDAD</b>	60%	32	6.7
<b>ESCALA</b>	40%	30	5.1

Ante estos datos que presenta España, vemos que en el estudio hay países con mucha mayor puntuación. En la siguiente tabla veremos como depende de que parámetros estudiemos, la clasificación cambia.

Tabla 3: Puntuación de diversos países

PAÍS	ESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN		IMPULSORES DE PRODUCCIÓN	
	PUNTUACIÓN	POSICIÓN	PUNTUACIÓN	POSICIÓN
JAPÓN	8.99	1	6.82	16
REPÚBLICA DE COREA	8.85	2	6.51	21
ALEMANIA	8.68	3	7.56	6
SUIZA	8.39	4	7.92	3
CHINA	8.25	5	6.14	25
EE. UU.	7.78	7	8.16	1
SINGAPUR	7.28	11	7.96	2
REINO UNIDO	7.05	13	7.84	4
PAÍSES BAJOS	6.32	26	7.75	5

Los países con mayor preparación para la producción 4.0 se concentran en Europa, norte América y la zona este de Asia. Todos los países líderes a excepción de China y Malasia, son países con altos ingresos, por lo que buscan conseguir la mayor productividad empleando las tecnologías emergentes.

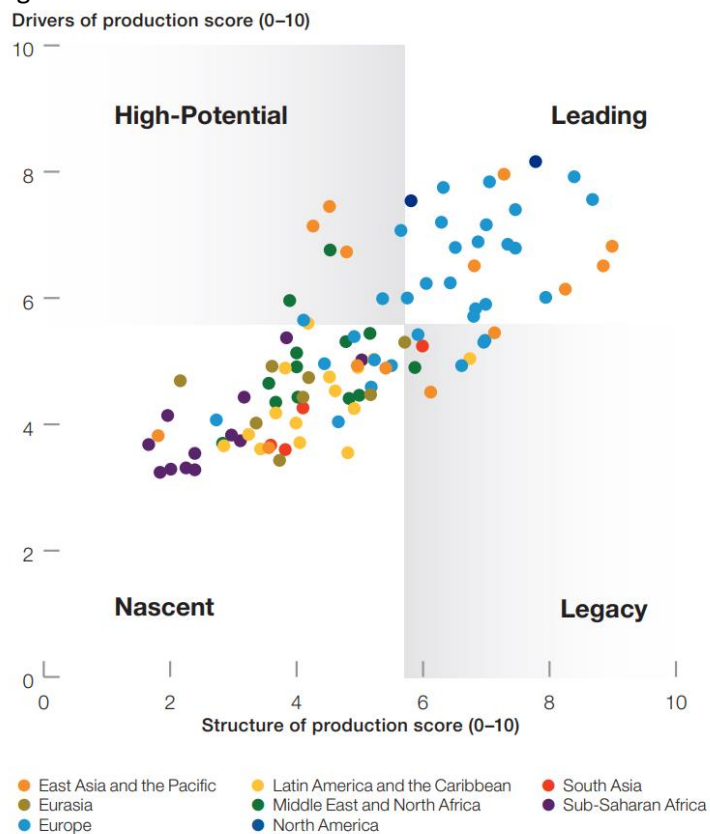


Ilustración 3: Distribución de los países según el continente

Los 25 países que se encuentran en este grupo presentan una buena base industrial y un buen potencial de desarrollo. Además, los países líderes presentan porcentajes altos de contribución de la industria respecto al PIB y también elevados valores de inversión en investigación, baja tasa de desempleo, elevada tasa de solicitud de patentes y universidades altamente calificadas. Además, también presentan infraestructuras de transportes y electricidad sólidas o un buen rendimiento logístico.

## ii. RETOS

La digitalización de la sociedad y de la industria, es al mismo tiempo una oportunidad y un reto. El cliente, actualmente hiperconectado, tiene un gran acceso a la información y cada vez es más exigente con las empresas productoras. Otro reto puede ser mismamente la adaptación de la industria a las nuevas tecnologías. Esta evolución de las tecnologías es, a su vez, solución de los problemas que pueden ir surgiendo.

Algunos de los retos que presenta esta implementación son:

- Empleo de métodos colaborativos para el impulso de la innovación: Consiste en implicar a varias organizaciones diferentes para que puedan aportar conocimientos diferentes y así fomentar la innovación. Dichas organizaciones pueden ser empresas de diferentes sectores, universidades o incluso clientes.
- Adopción de modelos logísticos inteligentes: Supone la incorporación de la tecnología digital a los procesos logísticos, conectando unas aplicaciones de negocio con otras. De este modo se permite informatizar muchos de los procesos a lo largo de toda la cadena de generación de valor de un producto.
- Garantizar la sostenibilidad a largo plazo: Cada vez la población está más concienciada con la generación de productos verdes, por lo tanto, es importante para las empresas ser sostenibles y, en la medida de lo posible, sustituir las fuentes de energía tradicionales por las energías limpias. Además, la optimización de materias primas y recursos energéticos y naturales supondrá una importante reducción de los residuos generados.

## iii. OPORTUNIDADES

El actual apogeo de la industria 4.0 brinda una oportunidad a la industria española para que sus empresas puedan reforzar su posición competitiva y establecerse líderes frente a las que no adopten estas tecnologías. En el futuro, la transformación tecnológica va a llegar a todos los sectores y a todas las empresas, por lo tanto, una rápida adaptación va a suponer una gran ventaja.

La digitalización puede adoptarse con facilidad por las empresas emergentes, que no se ven limitadas por activos y formas de operar preexistentes. Esto puede suponer una ventaja frente a las empresas tradicionales.

Sin embargo, estas empresas más tradicionales pueden adoptar los cambios de una manera continua, evolucionando sus procesos y productos. También pueden plantear estos cambios de manera abrupta, planteando procesos, productos y modelos de negocio totalmente diferentes a los previamente establecidos.

#### iv. ESTRATEGIA NACIONAL

Para implementar las estrategias mencionadas en “OBJETIVOS Y COMPARATIVA CON EL RESTO DE LOS PAÍSES” se han tenido en cuenta varios factores sobre cómo es la industria española.

En primer lugar, la industria española se caracteriza por un peso muy importante de las PYMES. Estas generan un mayor VAB (valor añadido bruto) respecto a lo que generan países como UE27 o Alemania.

Factores negativos que condicionan a las empresas industriales son la dificultad para acceder a financiación, una menor renovación de los medios productivos respecto a otros países, dificultad para la internacionalización de las empresas debido a su tamaño medio menor o escasa formación del capital humano.

Un factor muy importante es la inversión en I+D. España en 2013 invirtió un 1.5% respecto del PIB mientras que países como Japón invierten un 9.6%.

Además, también afecta negativamente el precio de la electricidad, pues somos el 4º país europeo con mayor precio. Sin embargo, en el precio del gas nos encontramos en la media.

España también muestra recorrido de mejora en cuanto a la implementación de las TIC en las empresas, aunque en los últimos años se ha notado una mejora considerable.

Factores altamente positivos que tenemos en España son las infraestructuras de transporte y los costes asociados, además de una excelente posición geográfica, pues somos la zona europea más cercana a los continentes americano y africano.

Por todo ello, el gobierno español ha impulsado varias líneas de formación sobre la industria y de ayuda para la implementación, principalmente de las PYMES.

La “Estrategia Nacional de industria 4.0” busca garantizar el conocimiento y el desarrollo de competencias en materia de la industria 4.0 mediante “píldoras formativas” cuyo objetivo es dar a conocer el uso los habilitadores digitales. También, mediante el “Boletín informativo sobre la industria 4.0” se recogen los aspectos más relevantes del ámbito.

También el gobierno de España tiene la estrategia “Industria 4.0”, cuyos objetivos son:

- Incrementar el valor añadido industrial y el empleo cualificado en el sector industrial.
- Favorecer el modelo industrial de futuro para la industria española, con el fin de potenciar los sectores industriales de futuro de la economía española y aumentar su potencial de crecimiento, desarrollando a su vez la oferta local de soluciones digitales.
- Desarrollar palancas competitivas diferenciales para favorecer la industria española e impulsar sus exportaciones.



Ilustración 4: Líneas de actuación del gobierno español

Por ello, la secretaria general de la industria y de la PYME ha creado los siguientes programas de desarrollo:

#### 1. HADA

La “Herramienta de autodiagnóstico avanzada” permite a las empresas mediante un cuestionario online obtener una valoración de su estado de madurez digital.

También permite que las empresas puedan ver el nivel de impacto y utilidad de los habilitadores digitales en la organización para priorizar su implementación.

Más adelante, se profundizará en este programa.

#### 2. ACTIVA industria 4.0

Es un programa de consultoría especializada en transformación digital para empresas industriales. Está gestionado por la SGIPYME, las CC.AA. y en colaboración de la EOI.

Es un programa dirigido a empresas que desarrollan una actividad industrial productiva. El programa ofrece horas de asesoramiento, diagnóstico de la situación de la empresa y un plan de transformación digital en el que se definen las actuaciones, la cuantificación y la priorización de oportunidades de digitalización y la identificación de las potenciales soluciones digitales adecuadas a la empresa.

#### 3. ACTIVA Financiación

Mediante esta iniciativa se pretende apoyar a proyectos que promuevan la transformación digital de las empresas industriales y que al mismo tiempo contribuyan a la mejora de la sostenibilidad ambiental como consecuencia de dicha digitalización. Se conceden préstamos y subvenciones de 5 años a PYMES y de 10 años a grandes empresas.

#### 4. ACTIVA Startups

Este programa apoya la colaboración entre empresas emergentes y empresas consolidadas con potencial de innovación. El principal objetivo es el impulso de la innovación y el crecimiento de la nueva generación de empresas a través del desarrollo de entornos colaborativos e impulsando su digitalización.

Las empresas participantes reciben tanto ayudas económicas para hacer frente a los costes derivados de la innovación como ayudas en acompañamiento con asesoramiento individualizado y formación específica.

Las pequeñas empresas están encargadas de resolver retos tecnológicos de empresas, sectores y ciudades que sirvan para romper brechas sociales, generacionales y territoriales.



*Ilustración 5: ACTIVA startups*

#### 5. ACTIVA Ciberseguridad

Este programa permite a las PYMES valorar que nivel de ciberseguridad mantienen actualmente, de tal modo que puedan establecer el nivel que necesitan para proteger sus sistemas y la información corporativa ante los ciberataques.

#### 6. ACTIVA Crecimiento

En esta iniciativa, se ofrece a las PYMES industriales consultoría personalizada para actuar en una de las seis áreas de crecimiento de la empresa: innovación, recursos humanos, operaciones, digitalización, marketing y comercialización y finanzas.

Se dirige esta ayuda a aquellas empresas cuya fabricación esté en España y pertenecientes al sector industrial.



## V. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INDUSTRIA 4.0 EN ESPAÑA

Además de entender la importancia de la transformación digital en nuestro país y ver qué factores afectan a la implementación de la industria 4.0 y en qué situación nos encontramos, se pretendía, en este trabajo, realizar un análisis estadístico mediante un cuestionario a diversas empresas para el estudio de que factores influyen en el grado de implementación de estas nuevas tecnologías en las empresas de nuestro país. Dicho cuestionario, se realizó tomando como base la herramienta de autodiagnóstico digital HADA.

### i. HADA

El programa HADA pretende ofrecer una visión integral de la empresa y los retos a los que se enfrenta, vinculando dichos retos con las palancas necesarias para su transformación.

Este cuestionario ofrece una evaluación completa de las organizaciones y proporciona conocimientos sobre algunos aspectos clave del modelo Industria 4.0, mediante el análisis de cinco dimensiones en la estrategia y operaciones de una empresa.

- 1) Estrategia y modelo de negocio: evalúa la capacidad de la organización para la adaptabilidad al entorno y al mercado.
- 2) Procesos: Analiza las capacidades digitales del modelo operativo.
- 3) Organización y personas: Identifica las capacidades de la organización y su relación con otros agentes.
- 4) Infraestructuras: Identifica la capacidad de transformación que sus infraestructuras ciberfísicas permiten.
- 5) Productos y servicios: evalúa el potencial de digitalización que los productos y servicios existentes permiten.

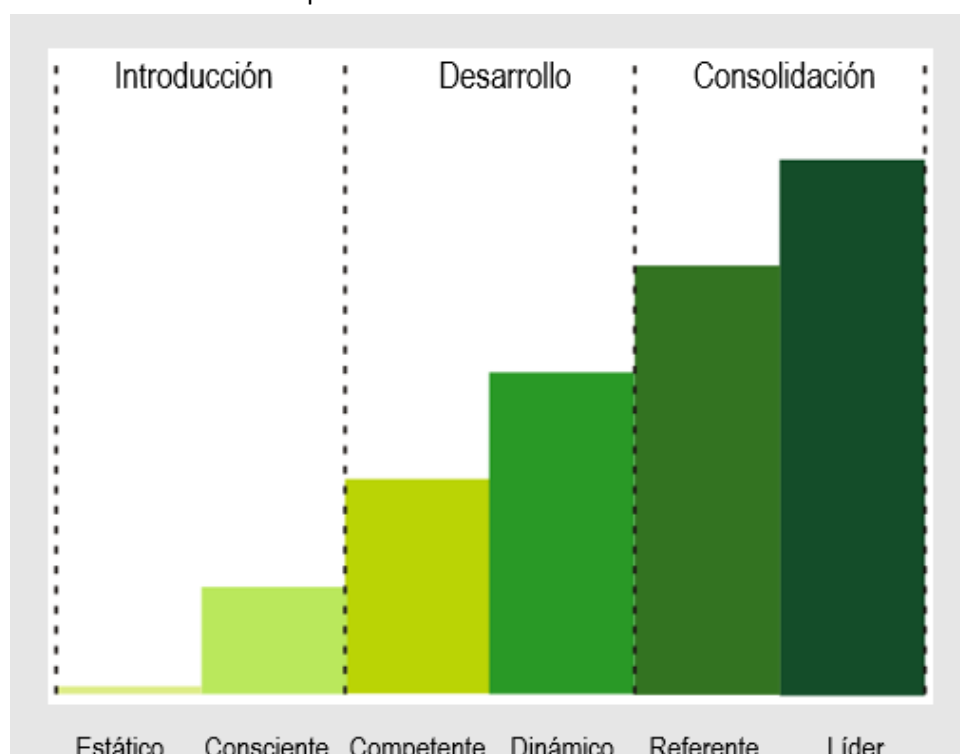


Ilustración 6: Fases y nivel de madurez en HADA

Los resultados obtenidos en HADA permiten clasificar las empresas según el nivel de implementación en el que se encuentren.

En primer lugar, tenemos las empresas que se encuentran en fase de iniciación y que poseen una madurez digital nula o muy baja. Esta fase se divide a su vez en niveles de madurez:

- 0) Estático: Las empresas de este nivel no cumplen ninguno de los requisitos de la industria 4.0 o no creen que la implementación de esta sea relevante.
- 1) Consciente: Estas empresas tienen iniciativas piloto e inversiones en algún área de la industria 4.0. Además, alguno de sus procesos de producción está sistematizado y el intercambio de información entre sistemas es muy limitado.

En la fase intermedia se encuentran las empresas en desarrollo, que son aquellas que conocen que es la industria 4.0 y de algún modo, tiene presencia en la organización.

- 2) Competente: Las empresas incorporan iniciativas de la industria 4.0 y hacen inversiones en algunas de sus áreas. Además, toman datos de forma automática, aunque limitada. Existe comunicación intraempresa y se inicia el intercambio de información con proveedores y clientes.
- 3) Dinámico: En este nivel de madurez, las empresas tienen definida una estrategia de transformación a la industria 4.0, además de que realizan inversión de la industria 4.0 en varias áreas. Poseen los sistemas de producción totalmente integrados con los sistemas de gestión, de modo que recogen información de manera automática y en tiempo real.

Por último, en la fase de consolidación, encontramos dos grupos de empresas en las que la industria 4.0 ya es una realidad.

- 4) Referente: Son aquellas empresas con una estrategia clara de la industria 4.0 y realizando un seguimiento de ella. Realizan inversiones en casi todas las áreas y los procesos recogen gran cantidad de información que se emplea para la mejora continua. El intercambio de comunicación se da tanto a nivel interno como externo de la empresa y se utilizan soluciones de ciberseguridad en algún departamento. Existen en las empresas procesos autónomos y de autocorrección.
- 5) Líder: Las empresas en este nivel de madurez tienen en marcha la estrategia de industria 4.0 y realizan un seguimiento periódico de la misma, además de realizar inversiones en todas las áreas. Tienen gestión de innovación colaborativa a nivel interno y externo y aplican soluciones de ciberseguridad. Además, en las empresas existen procesos que reaccionan de forma autónoma y los productos cuentan con funciones tecnológicas. Los datos recogidos se utilizan para el desarrollo de nuevos productos y servicios.

Mediante este autodiagnóstico, es fácil para las empresas, ver en qué situación se encuentran en términos de recursos, actividad y nivel de madurez.

## ii. CUESTIONARIO

Procedimos, por lo tanto, a la realización de un “cuestionario propio” para obtener datos de las empresas españolas. Desde un principio planteamos que queríamos ver la relación que existe entre el nivel de madurez y los siguientes parámetros:

- Sector de actividad
- Tamaño de la empresa según número de empleados
- Valor de facturación anual
- Edad de la empresa
- Comunidad autónoma donde se localiza
- Actuación de la empresa en comercialización

También nos interesaba saber si había una relación directa entre el porcentaje de inversión en i+D y el nivel de implementación.

El “cuestionario propio” planteado, adjuntado en el anexo del trabajo<sup>i</sup>, contiene preguntas sobre la estrategia de la empresa, la automatización de los procesos, la conexión entre sistemas y personas, la toma automática de decisiones, la formación de los empleados en el ámbito de la industria 4.0 y la implementación de algunos habilitadores digitales.

Dicho cuestionario se desarrolló en la aplicación de Google forms, que permite, una vez obtenidas las respuestas, ver algunos gráficos de barras y sectoriales predefinidos. También desde esta aplicación pueden descargarse los resultados en formato .xlsx

Para el envío del cuestionario se empleó la base de datos Amadeus, disponible en la biblioteca electrónica de la universidad de Zaragoza. Mediante un cribado obtuvimos datos de las empresas españolas en activo que disponían de correo electrónico, para poder enviar la encuesta. Obtuvimos 996 empresas.

Realizamos el envío de la encuesta y nos encontramos con varios problemas. En primer lugar, muchos correos electrónicos eran incorrectos, y el servidor devolvió el mensaje enviado. Basándonos en el número de respuestas obtenidas, creemos que, debido al envío en masa a las empresas, el cuestionario pudo llegar al spam de muchas de ellas.

Durante dos semanas estuve llamando a empresas, al número que facilitaba la base de datos Amadeus para ofrecer el cuestionario y así, obtener más respuestas. Tras llamar a más de 170 empresas, las respuestas seguían sin llegar.

Tras varios intentos de hacer llegar las encuestas, solo obtuvimos 10 respuestas. Como vimos que no era un método efectivo y que no era un número significativo como para estudiar la implementación en el país, estudiamos varias posibilidades para completar el estudio y decidimos realizarlo basándonos en una base de datos del gobierno, en la que se muestran algunos resultados del diagnóstico HADA de las empresas hasta abril del 2022.

Respecto a lo planteado inicialmente, esto nos supuso una reducción del análisis que habíamos propuesto, pues en dicha base de datos no aparecen los datos de la edad de la empresa, la actuación de la empresa en comercialización o el porcentaje de inversión en la empresa. Aunque nos hubiese gustado realizar un estudio más exhaustivo, aún podíamos ver la influencia de muchos parámetros para la implementación de la industria.

### iii. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Conviene tener en cuenta que para la realización del estudio estadístico la variable independiente que tomamos es “nivel de madurez”, que obtiene los valores discretos [0,6].

Además, el estudio consiste en ver como se relacionan el resto de las variables con esta, siendo las demás variables: Sector de actividad, comunidad autónoma, facturación anual de la empresa y tamaño de la empresa según el número de empleados.

#### 1. GENERAL

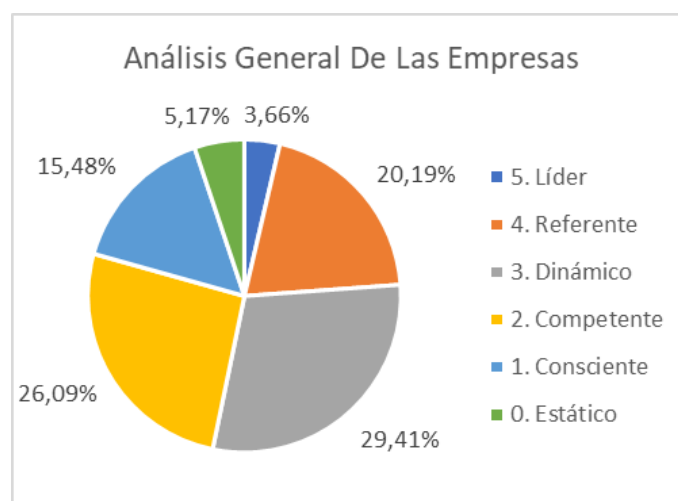
En primer lugar, quisimos ver el panorama general. Únicamente estudiamos la variable nivel de madurez de las empresas.

La siguiente tabla presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 4: Resumen de resultados global

NIVEL DE MADUREZ	NÚMERO DE EMPRESAS	PORCENTAJE DEL TOTAL
5. LÍDER	239	3,66%
4. REFERENTE	1320	20,19%
3. DINÁMICO	1923	29,41%
2. COMPETENTE	1706	26,09%
1. CONSCIENTE	1012	15,48%
0. ESTÁTICO	338	5,17%
	6538	100,00%

Sobre un total de 6538 empresas de las que obtuvimos datos, la media de nivel de madurez de las empresas españolas es del 2,549, es decir, en términos generales la industria se encuentra en un nivel de madurez competente.



Tal y como podemos ver, las empresas españolas están en el camino de la implementación de las nuevas tecnologías para conseguir una mayor eficacia en sus empresas. Tan solo un 3.66% de ellas cumplen prácticamente la totalidad de los factores que definen la industria 4.0, pero a ello le siguen el 20.19% de empresas que se considera que tienen la industria 4.0 consolidada en la organización.

En el estrato de desarrollo se encuentran las empresas con un nivel de madurez dinámico (29.41%), que tienen una estrategia de transformación en la industria 4.0 y realizan inversiones en múltiples áreas. También se encuentran las empresas con un nivel de madurez competente, que incorpora iniciativas de la industria 4.0 en su estrategia.

En el nivel de introducción se encuentran las empresas con nivel de madurez consciente (15.48%) que tiene inversión en algún área de la industria 4.0 o está realizando iniciativas piloto. También encontramos empresas con nivel estático (5.17%) que no cumplen ninguno de los requisitos de la industria 4.0. También forma parte de este nivel las empresas que no conocen que es la industria 4.0 o que lo consideran irrelevante.

## 2. SEGÚN EL SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA

Las empresas españolas se dividen en un conjunto jerarquizado de actividades económicas, a las que se les asigna un código de cuatro dígitos. Dicho código se denomina CNAE y se emplea para favorecer la implementación de estadísticas nacionales que puedan ser diferenciadas de acuerdo con las actividades establecidas y también para clasificar unidades estadísticas y entidades según la actividad económica ejercida.

Basándonos en el código CNAE, hemos realizado la separación de empresas por sector.

Mediante el análisis de los resultados HADA hemos querido hacer un análisis sectorial para establecer si existe relación entre la actividad económica que realiza la empresa y el nivel de adaptación de la industria en ella.

Como una gran mayoría de empresas pertenecía al “sector manufacturero”, hemos hecho en ese sector una subdivisión más precisa para tener una visión más exacta, con una notación parecida a la notación nacional, pero con algunas diferencias únicas en este trabajo. La división de las empresas según el sector se encuentra incluido en el anexo<sup>ii</sup>.

Los resultados obtenidos para la media y la desviación típica de cada sector quedan reflejados en la siguiente tabla:

*Tabla 5: Resumen de resultados sectorial*

SECTOR	MEDIA	DESV TIPICA
A	2,086	1,312
B	2,481	1,298
C1	2,425	1,078
C2	2,791	1,135
C3	2,457	1,126
C4	2,345	1,241
C5	2,538	1,060
C6	2,579	0,976
C7	2,639	1,085
C8	2,557	1,126
C9	2,494	0,951
C10	2,559	1,120
C11	2,755	1,131
C12	2,677	1,084
C13	2,705	0,958
C14	2,295	1,038

<b>C15</b>	2,500	1,193
<b>C16</b>	2,633	1,149
<b>D</b>	2,273	1,202
<b>E</b>	2,095	1,091
<b>F</b>	2,202	1,234
<b>G</b>	2,554	1,150
<b>H</b>	2,939	1,329
<b>I</b>	2,123	1,394
<b>J</b>	3,154	1,353
<b>K</b>	3,278	1,227
<b>L</b>	2,130	1,359
<b>M</b>	2,694	1,388
<b>N</b>	2,184	1,272
<b>O</b>	1,938	0,998
<b>P</b>	2,323	1,382
<b>Q</b>	2,354	1,280
<b>R</b>	1,647	1,252
<b>S</b>	1,944	1,302

En base a estos resultados, cabe destacar que el sector que mayor implementación es el referente a actividades financieras y de seguros (3,278), que presenta un nivel de madurez global dinámico. Esto puede deberse a la informatización de todos los procesos financieros. Los sectores que también muestra un nivel más alto que la media son los de transporte y almacenamiento (2,939) y el sector de información y comunicaciones (3,154).

Los sectores que menor media obtienen son los relacionados con las actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento, así como la administración pública y defensa y la seguridad social obligatoria.

En el sector manufacturero, los subsectores con mayor implementación tecnológica son los de las bebidas y los elementos informáticos y eléctricos. Por el contrario, el sector de fabricación de muebles todavía no alcanza la media de las empresas españolas.

Cabe destacar que no hay unas grandes desviaciones estándares, los que hace ver que no hay mucha disparidad en el nivel de implementación dentro de cada sector.

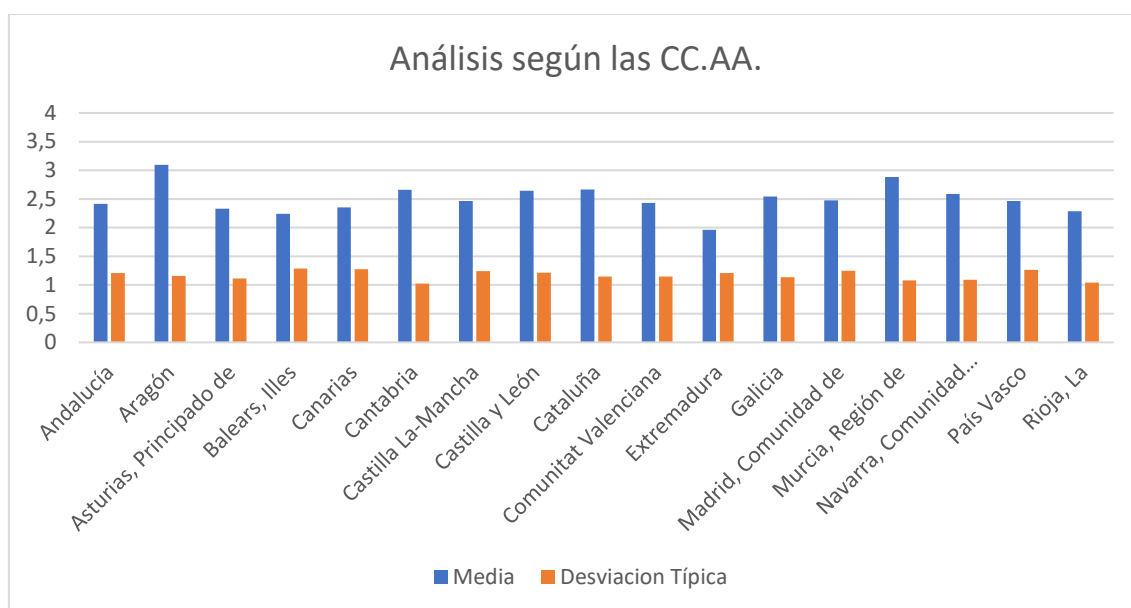
### 3. SEGÚN COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Posteriormente, hemos procedido al análisis del nivel de madurez según la comunidad autónoma, pues nos interesaba saber si es un factor relevante para la implementación de la industria 4.0.

Es importante destacar que cada comunidad autónoma tiene medidas propias para fomentar esta transformación digital, por eso creímos que podía ser un factor determinante de diferenciación. Además, según la localización, la gestión del gobierno y otros factores, en cada comunidad autónoma puede fomentarse en mayor o menor medida las actividades de un determinado sector.

Debido a que solo disponíamos en la base de datos de una respuesta para Ceuta y una para Melilla, hemos decidido obviar el análisis en estas ciudades, pues consideramos que no refleja la realidad del conjunto de empresas de dichas ciudades.

En el siguiente gráfico se reflejan los resultados obtenidos.



Según el estudio, la comunidad autónoma con mayor implementación es Aragón, ya que de media se encuentra en el nivel de madurez dinámico, con una media de 3,096. A ella le siguen Murcia (2,884) y Cataluña (2,666).

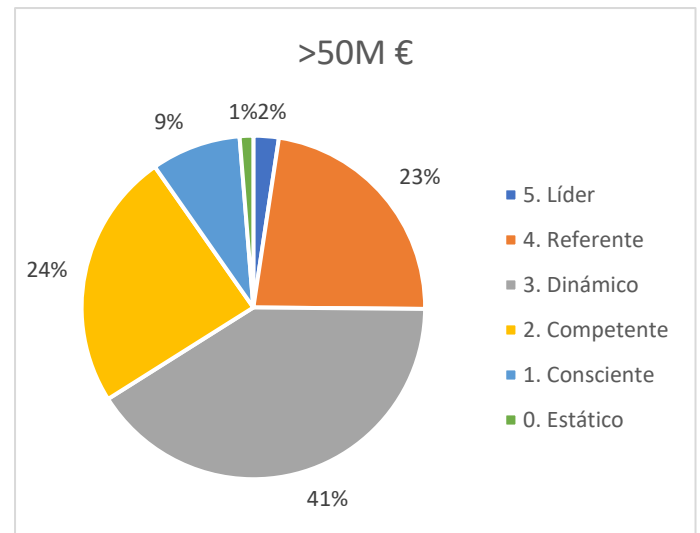
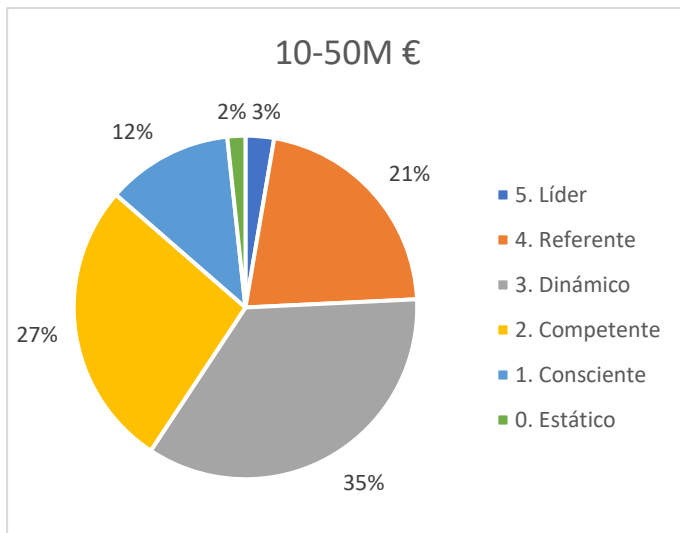
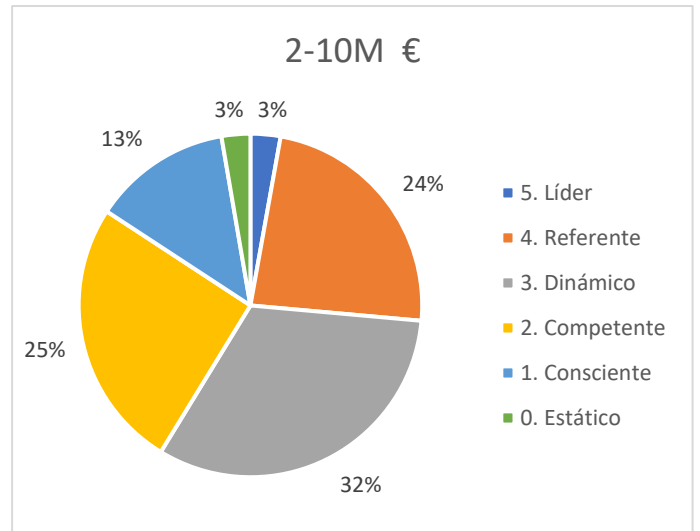
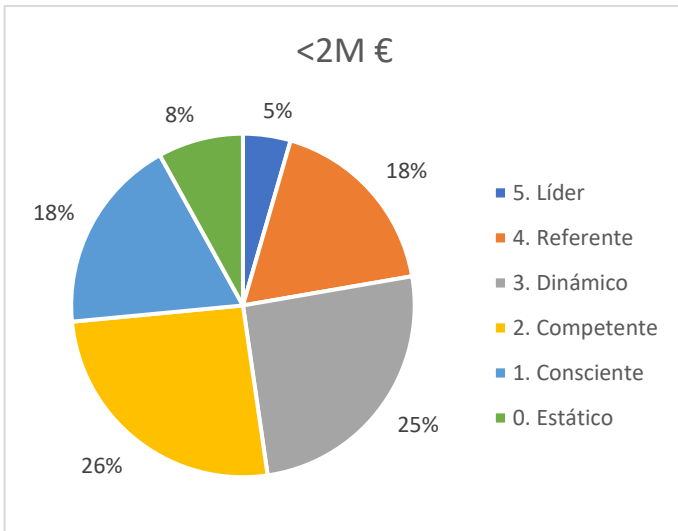
La comunidad autónoma que queda rezagada con una media de 1,963 es Extremadura. Uno de los motivos que se ajustan a este modelo es la distribución porcentual de PIB por sectores económicos y comunidad autónoma<sup>iii</sup>, adjuntado en el anexo. En él se aprecia que tanto las islas Baleares y Canarias como Madrid, Extremadura y la Rioja son las comunidades que menor porcentaje sobre el total del PIB obtienen. Vemos que, en el gráfico de nivel de madurez, estas comunidades autónomas son las que menos valor de media tienen.

Tal y como se ha mencionado antes, en este estudio tampoco se ha observado ninguna desviación típica que merezca la pena comentar. Esto significa, que no hay ninguna comunidad autónoma que presente una gran disparidad en cuanto a la implementación de industria 4.0.

#### 4. SEGÚN LA FACTURACIÓN DE LA EMPRESA

Nos interesó también identificar si un factor relevante para la implementación de la industria 4.0 en las empresas era el nivel de facturación. La división de las empresas fue realizada en 4 grupos. En primer lugar, consideramos todas las empresas cuya facturación era menor a 2M de euros anuales; en el segundo rango, aquellas empresas que facturan entre 2 y 10M € anuales; en tercer lugar, entre 10 y 50M € anuales y, por último, aquellas que facturan más de 50M € anuales.

Los resultados obtenidos fueron representados en las gráficas que se muestran a continuación:



Cabe destacar que todas ellas presentan aproximadamente un 25% en la fase de consolidación, esto hace referencia a empresas que se encuentran en los niveles referente y líder. Sin embargo, vemos que hay una diferencia notable en las empresas que facturan menos de 2M € anuales, pues un 26% de ellas se encuentran en la fase de introducción en la industria 4.0 (Niveles estático y consciente). En el resto de las horquillas de facturación, las empresas que se encuentran en esta fase de iniciación no superan el 16%.

Tabla 6: Resumen de resultados según facturación

	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
<b>&lt;2M €</b>	2,40	1,322
<b>2-10M €</b>	2,70	0,995
<b>10-50M €</b>	2,71	1,067
<b>&gt;50M €</b>	2,83	1,129

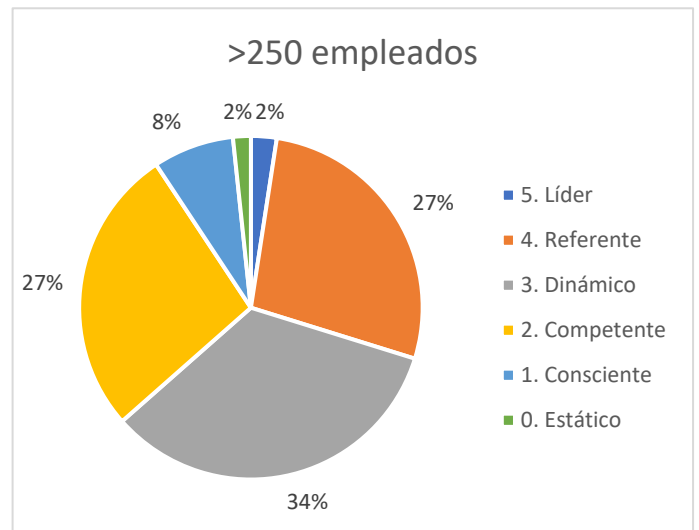
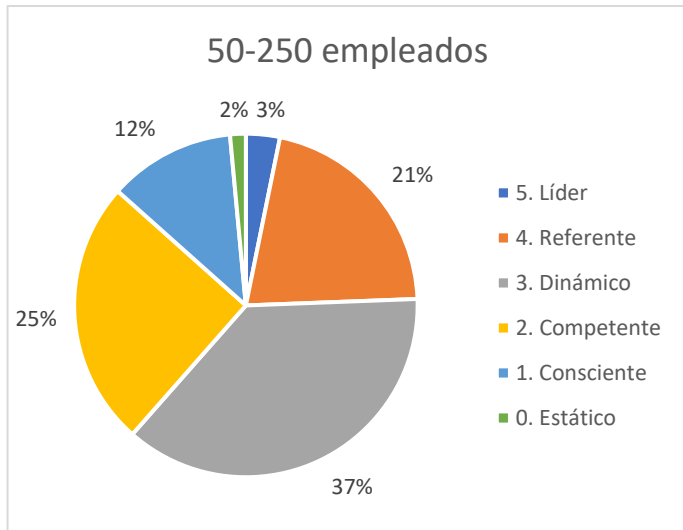
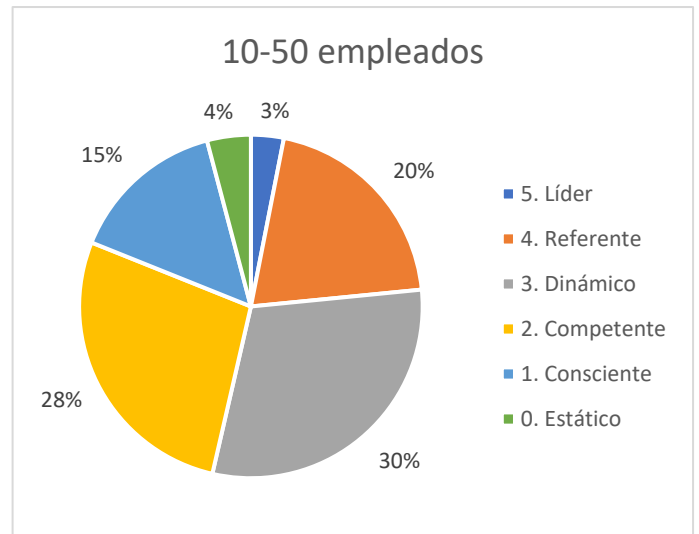
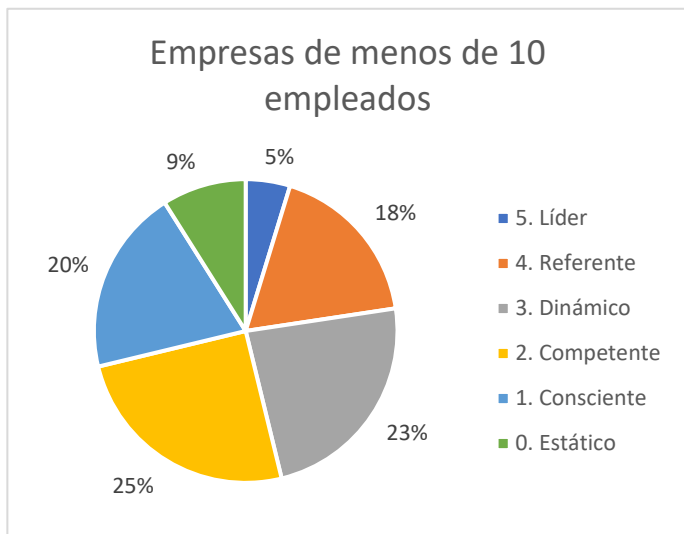


Tal y como se refleja en la tabla superior, y como podíamos intuir a partir del comentario de los gráficos, las empresas con menor facturación muestran un menor nivel de madurez respecto a las que obtienen una facturación más elevada. Pese a que las empresas que más facturan obtienen la media más elevada, la diferencia con las que facturan entre 2 y 50 M€ no es tan notable.

### 5. SEGÚN EL NÚMERO DE EMPLEADOS

Por último, hemos analizado el impacto que tiene el número de empleados sobre el nivel de madurez digital de las empresas.

También hemos procedido a representarlo en unas gráficas, pues consideramos que es la forma más clara de ver los resultados.



En este caso, según se puede ver en los gráficos, cuanto mayor es la empresa en número de empleados, mayor es el nivel de implementación en la fase de consolidación (líder y referente), llegando a un 29% en las empresas más numerosas frente a un 23% en las empresas pequeñas.

En cuanto a la fase de desarrollo (niveles dinámico y competente), el 60% de las empresas de gran tamaño se sitúan en la fase de consolidación. Las empresas de menos de 10 empleado no llegan al 50%.

Por último, queda reflejado que un elevado porcentaje (29%) de las empresas de menor número de empleados, se encuentran en la fase de iniciación en la implementación de la industria 4.0, frente a un 10% de las empresas de gran volumen de empleados.

Por ello, podemos decir que el número de empleados de una empresa si está relacionado con el nivel de madurez de esta, siendo notable que las empresas grandes poseen una mayor madurez digital.

Este hecho es comprensible, pues la coordinación en las grandes empresas es imprescindible para un buen funcionamiento de esta. Empresas tan grandes suelen dividirse por sectores con empleados muy especializados y, en general, automatizan el máximo de los procesos. La inversión que supone el digitalizar una empresa en gran medida se ve rentabilizada por la efectividad de las comunicaciones entre sectores. En cambio, las empresas pequeñas no suelen tener divisiones en la empresa tan definidas, pues una única persona se encarga de varias áreas, sin ser especialista en ninguna de ellas. Esto se refleja también en la estructura digital de la empresa.

*Tabla 7: Resumen de resultados según empleados*

<b>EMPLEADOS</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN TÍPICA</b>
<b>&lt; 10</b>	2,36	1,344
<b>10 - 50</b>	2,57	1,175
<b>50 - 250</b>	2,74	1,066
<b>&gt; 250</b>	2,85	1,038

En la tabla superior se ve, tal y como se ha comentado, que el nivel de madurez de las empresas tiene relación directa con el número de empleados de estas.

#### iv. MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES

Como complemento a este estudio estadístico realizado, quisimos realizar un modelo de ecuaciones estructurales, para ver cuánta relación tenían los factores estudiados con otros factores económicos que obtuvimos a partir de la base de datos Amadeus.

Los factores económicos que nos interesaban eran el ROA, el ratio de solvencia de las empresas y el ingreso de explotación por empleado. Tuvimos en cuenta todas aquellas empresas cuyos últimos valores eran del año 2021 y 2020, pues teníamos un número reducido de empresas con datos del 2021.

Previamente, con la base de datos del gobierno, habíamos obtenido la media de nivel de madurez según el sector.

Como también disponíamos del código CNAE en la base Amadeus, introdujimos los valores medios de cada sector.

Con estos datos, mediante el programa SMARTPLS, realizamos el modelo siguiente:

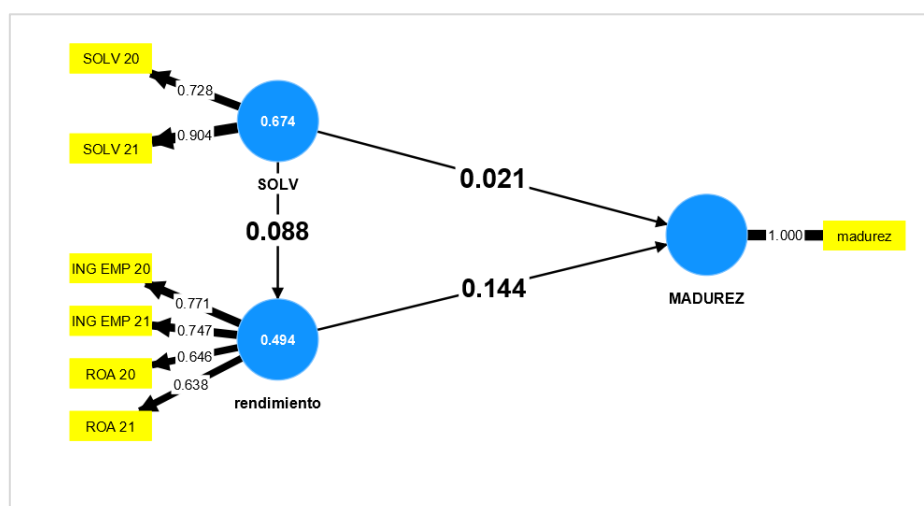


Ilustración 7: Modelo de ecuaciones estructurales PLS

Consideramos una variable global llamada rendimiento en la que unimos los factores de ingreso por empleado y ROA.

En el modelo se observa que las relaciones entre solvencia y madurez tienen un factor de 0.021, por lo tanto, siendo menor que 0.1, se considera que no guardan relación.

El rendimiento tiene un factor mayor, de 0.144, lo que muestra que dichas variables sí están relacionadas, aunque el factor siga siendo pequeño.

Entre las variables solvencia y rendimiento tampoco hay una relación significativa.

Hay varios motivos para que los factores sean tan pequeños. En primer lugar, pasamos de la base del gobierno, con 6538 registros, a la base Amadeus, de 264 entradas. Además, para introducir el nivel de madurez de cada empresa, se ha impuesto el valor de la media del sector al que pertenece y no su valor exacto.

## VI. CONCLUSIONES

La sociedad española se encuentra ante una situación de cambio e implementación de las tecnologías digitales. Dichas tecnologías suponen un cambio a nivel industrial y económico, pues van a ser las responsables de la transformación de procesos, productos y modelo de negocios.

La industria 4.0 es un concepto nuevo que, basándose en la conectividad de sistemas y personas, consigue enlazar el mundo físico y virtual.

La evolución de la industria se ha dado progresivamente desde el siglo XVIII, pero cada vez son mayores los cambios que se producen en la industria y en un menor lapso de tiempo.

Si bien las revoluciones industriales anteriores se basaron en el empleo de máquinas de vapor, producción en masa e informatización de la industria, esta cuarta revolución industrial se caracteriza por la hiperconectividad y la recopilación y análisis masivo de datos.

Estas nuevas tecnologías que se dan en la industria tienen impacto en todos los niveles de la sociedad, pues incluso los usuarios son partícipes de esta conectividad. De un modo especial va a tener peso en la industria, pues va a suponer un cambio radical en ella y en la forma de producir y de organización que hasta ahora conocemos. El cambio de una producción estándar a una producción flexible y personalizada cambiará muchos de los parámetros que conforman las empresas.

Los habilitadores digitales son las tecnologías que hacen posible esta nueva industria y se dividen en aquellos que hibridan el mundo físico y virtual, los de aplicaciones de gestión y aquellos de las tecnologías. Entre ellos se encuentran los sensores, impresión 3D, plataformas colaborativas, ciberseguridad o cloud. Los habilitadores, aun con mucha evolución por delante, son transversales e indispensables para la transformación digital.

Basándonos en el estudio “Readiness for the future of production rept 2018” España se encuentra entre los países líderes en cuanto a la preparación que tenemos para la implementación de esta nueva industria. En este estudio, obtenemos una puntuación de 6,2 en los impulsores de producción y una puntuación de 6 en la estructura de producción. Para mejorar estos valores, y en consecuencia preparar la industria para esta revolución que estamos aconteciendo, se recomienda una mayor contribución de la industria en el PIB industrial y mayores valores de inversión en investigación. Además, los principales líderes muestran características como baja tasa de desempleo, gran número de solicitud de patentes y universidades altamente cualificadas. Además, tienen infraestructuras de transporte y de electricidad sólidas y un buen rendimiento logístico.

Los principales retos que supone la implementación de la industria 4.0 son el empleo de métodos colaborativos con el fin de fomentar la innovación, adopción de modelos logísticos inteligentes y garantía de la sostenibilidad a largo plazo.

Además, también ofrece grandes oportunidades, para que la industria española refuerce su posición competitiva y se establezca como país referente. Esta digitalización puede adoptarse con facilidad por las empresas emergentes, sin embargo, las empresas que ya tienen trayectoria tendrán que realizar una estrategia de adaptación continua o plantear una estrategia disruptiva.

Para el éxito de esta transformación digital, el gobierno de España ha planteado varias líneas de actuación con el objetivo de facilitar a las empresas esta implementación.

Al ser España un país con elevado número de PYMES (en comparación con otros países europeos), las principales ayudas van dirigidas a este tipo de empresas. España cuenta también con características en su industria muy favorables como las infraestructuras de transportes o la localización geográfica, siendo un país próximo a los continentes de África y América.

La “Estrategia Nacional de industria 4.0” busca dar formación en el ámbito de la industria 4.0 mediante píldoras formativas. La estrategia “Industria 4.0” tiene como objetivos el incrementar el valor añadido industrial y el empleo cualificado, favorecer el modelo industrial de futuro para la industria española e impulsar sus exportaciones. Por ello se han creado seis líneas de actuación: HADA, ACTIVA industria 4.0, ACTIVA financiación, ACTIVA startups, ACTIVA ciberseguridad y ACTIVA crecimiento.

En la siguiente parte del trabajo hemos procedido a realizar el análisis estadístico de la madurez digital en España actualmente. Para la realización de este estudio de madurez planteamos un cuestionario para enviar a las empresas, preguntando, en primer lugar, datos de la empresa que queríamos analizar como variables. En la segunda parte se preguntaba sobre la estrategia de la empresa y las capacidades tecnológicas de esta.

Tras el envío del cuestionario, nos enfrentamos a varios problemas y obtuvimos un número muy bajo de respuestas, por lo que no nos era posible obtener una visión general de la situación de España con un número de respuestas que no era significativo. Por ello, procedimos a analizar una base de datos con resultados del cuestionario HADA realizado por 6538 empresas.

La herramienta HADA (Herramienta de autodiagnóstico avanzada), permite a las empresas conocer el nivel de implementación de las nuevas tecnologías en su organización. Clasifica a las empresas del 0 al 5 según la madurez digital que poseen siendo los niveles: 0-Estático, 1-Consciente, 2-Competente, 3-Dinámico, 4-Referente y 5- Líder.

En el análisis general de la industria española, las empresas han obtenido una media de 2,549, es decir, según los niveles establecidos nos encontramos en el competente.

Las empresas se encuentran en el proceso de digitalización y aproximadamente un 25% de ellas se encuentran en la fase de consolidación de la industria 4.0. Le siguen en la fase de desarrollo un 55,5% de las empresas españolas, que ya tienen en su empresa una estrategia definida y están en el camino de la transformación. Por último, es aproximadamente un 25% de las empresas españolas que prácticamente no toman medidas al respecto, y que, en consecuencia, se encuentran en la fase de iniciación.

Dividiendo las empresas según el sector de actividad económica (basándonos en el código CNAE), vimos que las que presentaban un nivel de madurez mayor en media eran las que realizan actividades financieras y de seguros. A ellas les siguen las del sector de transporte y almacenamiento y el sector de información y comunicaciones.

El sector que se muestra más reacio a tomar medidas de la industria 4.0 es el relacionado con las actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento.

En el sector manufacturero, las bebidas y los elementos informáticos y eléctricos obtienen la mayor puntuación. Sin embargo, la fabricación de muebles se encuentra debajo de la media general.

Teniendo en cuenta la localización de las empresas, el estudio muestra que Aragón es la comunidad autónoma con mayor madurez digital, pues alcanza una media de 3,096, a lo que le siguen Murcia, con 2,884 y Cataluña, con 2,666.

Por el contrario, la comunidad más rezagada en cuando a la implementación digital es Extremadura, obteniendo 1,963.

También se estudió el nivel de madurez en base a la facturación anual de las empresas. Pudimos observar que, conforme el nivel de facturación aumenta, el nivel de madurez también. Existe una diferencia notable entre las empresas que facturan menos de 2 M€ con el resto de las empresas.

Por último, se analizó como afecta el tamaño de la empresa según el número de empleados, y se puede ver que conforme crece, el nivel de madurez aumenta. Llama especialmente la atención en este apartado que el 29% de las pequeñas empresas (< 10 empleados) se encuentran en la fase de iniciación, es decir, prácticamente no tienen medidas tomadas al respecto. Las empresas con más de 10 empleados no pasan el umbral del 19% en esta fase de iniciación. Las empresas con más de 250 empleados tienen un alto porcentaje (29%) de nivel de madurez en fase de consolidación. Esto puede deberse a que una mayor inversión en tecnología para favorecer la comunicación y automatizar procesos para obtener en la empresa una gran mejora de la eficiencia. Sin embargo, es probable que muchas pequeñas empresas no tengan la financiación para dicha inversión en tecnología.

En la última parte del trabajo se planteó un modelo de ecuaciones estructurales para extrapolar los datos obtenidos en el estudio previo a otra base de datos y obtener la relación con nuevas variables que nos interesaban estudiar.

Pudimos observar que hay una relación, de factor no demasiado grande, entre el ROA y los ingresos de explotación por empleado con el nivel de madurez de las empresas. Estudiamos también la relación entre la solvencia de las empresas y la madurez, y salió un factor muy pequeño, por tanto, podemos decir que no existe relación aparente.

La implementación de estas tecnologías, presentadas en este trabajo, son inevitables. Por ello, conviene que se adapten en nuestra industria con agilidad para aprovechar esta oportunidad y situarnos en una buena posición en el mercado internacional. Esta nueva revolución provocará la optimización de los recursos, y la mejora de los productos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Anónimo, 2021. Las 4 tecnologías detrás de la transformación digital. Prensario Tila. Disponible en: <https://prensariotila.com/23347-las-4-tecnologias-detras-de-la-transformacion-digital/>
- [2] Anónimo, Análisis de viabilidad para la Implantación de la Industria 4.0 en el sector hábitat. Disponible en: <https://www.cenfim.org/images/Noticias/Documents/PUBLICACION-HABITAT-4-0-REV-08.pdf>
- [3] Anónimo, Aragón Industria 4.0. Disponible en: <https://aragonindustria40.es/>
- [4] Anónimo, Hada Herramienta de Autodiagnóstico Avanzad- Manual de Usuario. Disponible en: [http://apeti.org/images/Archivos/Manual\\_usuario\\_HADA.pdf](http://apeti.org/images/Archivos/Manual_usuario_HADA.pdf)
- [5] Anónimo, Herramienta de Autodiagnóstico Digital Avanzado (HADA). Herramienta de Autodiagnóstico Digital Avanzado (Hada). Disponible en: <http://www.ipyme.org/es-ES/Consolidacion/IDi/Paginas/HADA.aspx#:~:text=Herramienta%20de%20Autodiagn%C3%B3stico%20Digital%20Avanzado%20%28HADA%29%20Esta%20herramienta,con%20el%20nuevo%20paradigma%20de%20la%20Industria%204.0.>
- [6] Anónimo, Industria Conectada 4.0 - LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA. Disponible en: <https://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/informe-industria-conectada40.pdf>
- [7] Anónimo, Industria Conectada 4.0. Industria Conectada 4.0 - Estrategia Nacional IC 4.0. Disponible en: <https://www.industriaconectada40.gob.es/estrategias-informes/estrategia-nacional-IC40/Paginas/descripcion-estrategia-IC40.aspx>
- [8] Anónimo, Industria Conectada 4.0. Industria Conectada 4.0 - Iniciativas Regionales. Disponible en: <https://www.industriaconectada40.gob.es/estrategias-informes/Paginas/iniciativas-regionales.aspx>
- [9] Anónimo, Industria Conectada 4.0. Industria Conectada 4.0 - Programas de apoyo. Disponible en: <https://www.industriaconectada40.gob.es/programas-apoyo/Paginas/programas.aspx>
- [10] Anónimo, Objetivo de la Unión Europea Para 2020: 20% del pib de andalucía de origen industrial. Revista Andalucía Industrial. Disponible en: <http://www.andaluciaindustrial.com/objetivo-de-la-union-europea-para-2020-20-del-pib-de-andalucia-de-origen-industrial/#:~:text=El%20objetivo%20de%20la%20Uni%C3%B3n%20Europea%20de%20cara,al%20plano%20pr%C3%A1ctico%20es%20m%C3%A1s%20dif%C3%ADcil%20de%20conseguir.>
- [11] Anónimo, Ocupados por sector Económico y Provincia. INE. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=3991>

- [12] Avansis, 2020. Industria 4.0 ¿Es realmente Revolución o Evolución? IT. Disponible en: <https://www.avansis.es/industria-4-0/industria-4-0-revolucion-evolucion/>
- [13] Beard-Gunter, A., Ellis, D.G. & Found, P.A., 2019. TQM, games design and the implications of integration in Industry 4.0 Systems. International Journal of Quality and Service Sciences. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJQSS-09-2018-0084/full/html>
- [14] Díaz-Martínez, M.A., Cruz-Méndez, A.L. & Ruiz-Domínguez, H.S., Instrumento de Diagnóstico y autoevaluación para medir Las Condiciones organizacionales hacia la nueva revolución industrial 4.0. RIIT. Revista internacional de investigación e innovación tecnológica. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-97532018000500002](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-97532018000500002)
- [15] Ivanov, D. & Dolgui, A., 2019. New Disruption Risk Management Perspectives in supply chains: Digital Twins, the ripple effect, and resilience. IFAC-PapersOnLine. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896319310869>
- [16] Martin, C. et al., Readiness for the Future of Production Report 2018. World Economic Forum. Disponible en: <https://www.weforum.org/reports/readiness-for-the-future-of-production-report-2018>.
- [17] Martínez, J.P., 2022. Objetivo 2030: ¿El Definitivo resurgir de la Industria Europea? Real Instituto Elcano. Disponible en: <https://www.realinstitutoelcano.org/objetivo-2030-el-definitivo-resurgir-de-la-industria-europea/>
- [18] Molina, C., 2022. El Precio de la Luz en europa: Cuánto se paga de electricidad por países. Gana Energía. Disponible en: <https://ganaenergia.com/blog/precio-luz-europa/#:~:text=Si%20analizamos%20el%20precio%20de%20la%20luz%20por,Hungr%C3%ADa%2C%20con%200%2C0982%20%E2%82%AC%2FkWh%20y%200%2C1009%E2%82%AC%20kWh%20respectivamente.>
- [19] Ramírez, M., 2021. Barómetro Industrial 2020: La Situación de la industria en España. TÉCNICA INDUSTRIAL. Disponible en: <https://www.tecnicaindustrial.es/barometro-industrial-2020-la-situacion-de-la-industria-en-espana/>
- [20] Soomro, M.A. et al., 2021. Embracing industry 4.0: Empirical insights from Malaysia. MDPI. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9709/8/2/30#cite>
- [21] ZarzÈdzania, P., Organizational Learning in Industry 4.0. Publishers panel. Disponible en: <https://pz.wz.uw.edu.pl/resources/html/article/details?id=189076#:~:text=The%20results%20of%20analyses%20show%20that%20organisational%20learning,turn%2C%20crucial%20for%20the%20implementation%20of%20Industry%204.0.>



## VIII. ANEXO

---

### <sup>i</sup> Cuestionario de la industria 4.0

Cuestionario propio realizado para el análisis del nivel de madurez de las empresas. Enlace:  
[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdDg84W1Jd9u5TkOwZbySOEhgX88DpvRYRuB3q4TZt7NK47-A/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdDg84W1Jd9u5TkOwZbySOEhgX88DpvRYRuB3q4TZt7NK47-A/viewform?usp=sf_link)

### <sup>ii</sup> División de empresas según sectores

A.- Agricultura, Ganadería, Silvicultura Y Pesca

B.- Industrias Extractivas

C.- Industria Manufacturera

C.1.- Alimentación

C.2.- Bebidas

C.3.- Industria textil y del calzado

C.4.- Industria de la madera y el papel

C.5.- Industria química

C.6.- Industria farmacéutica

C.7.- Fabricación de productos de caucho y plástico

C.8.- Fabricación de otros productos minerales no metálicos

C.9.- Metalurgia

C.10.- Fabricación de productos de hierro

C.11.- Fabricación de elementos informáticos y eléctricos

C.12.- Fabricación de maquinaria

C.13.- Fabricación de transportes

C.14.- Fabricación de muebles

C.15.- Otras industrias manufactureras

C.16.- Reparación de maquinaria

D.- Suministro De Energía Eléctrica, Gas, Vapor Y Aire Acondicionado

E.- Suministro De Agua, Actividades De Saneamiento, Gestión De Residuos Y  
Descontaminación

F.- Construcción

G.- Comercio Al Por Mayor Y Al Por Menor; Reparación De Vehículos De Motor Y  
Motocicletas

H.- Transporte Y Almacenamiento

I.- Hostelería

J.- Información Y Comunicaciones

K.- Actividades Financieras Y De Seguros

L.- Actividades Inmobiliarias

M.- Actividades Profesionales, Científicas Y Técnicas

N.- Actividades Administrativas Y Servicios Auxiliares

O.- Administración Pública Y Defensa; Seguridad Social Obligatoria

P.- Educación

Q.- Actividades Sanitarias Y De Servicios Sociales

R.- Actividades Artísticas, Recreativas Y De Entretenimiento  
 S.- Otros Servicios

iii Distribución porcentual de PIB por sectores económicos y comunidad autónoma

