



GRADO EN COMERCIO

TRABAJO FIN DE GRADO

**“LA INDUSTRIA 4.0: la implementación
tecnológica en el sector agroalimentario”**

VÍCTOR RUIZ SESMERO

FACULTAD DE COMERCIO
VALLADOLID, FECHA



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
GRADO EN COMERCIO

CURSO ACADÉMICO 2021-2022

TRABAJO FIN DE GRADO

**“LA INDUSTRIA 4.0: la implementación
tecnológica en el sector agroalimentario”**

Trabajo presentado por: Víctor Ruiz Sesmero

Tutor: Ana Negro Macho

FACULTAD DE COMERCIO

Valladolid, 19 de julio de 2022

RESUMEN

El presente TFG tiene como objetivo estudiar la importancia que ha adquirido la Industria 4.0 en la actualidad, analizando el caso del sector agroalimentario y la aplicación de los nuevos factores tecnológicos.

En primer lugar, se presenta un **marco teórico** en el cual se expone el inicio de la Revolución Industrial y su evolución a lo largo de la historia. Los cambios producidos no solo han sido en aspectos tecnológicos y económicos, sino también a nivel político y social. Así, se refleja su importancia y las claves de cada revolución haciendo que estas sean únicas y fáciles de identificar.

A partir de este planteamiento, se presenta un nuevo concepto como es la Industria 4.0 que nace de la mano de la Cuarta Revolución Industrial. Esta nueva corriente provoca en muy poco tiempo un antes y un después en la economía y la industria mundial, de tal manera que se produce un proceso de digitalización y conectividad como nunca antes visto.

En este contexto se analizan las claves de esta nueva revolución industrial, presentando los pilares sobre los que se fundamenta la Industria 4.0, como el Big Data, la IA, el IoT, la ciberseguridad, entre otros. En este aspecto, todas estas tecnologías implementadas en el trabajo juegan un papel fundamental con la aparición de la covid-19, que se tendrán que adaptar a este nuevo reto para poder resultar eficientes tanto para las empresas como para las personas.

Para poder entender la importancia que tiene la Industria 4.0, se analiza las posibles ventajas e inconvenientes que puede acarrear. Se trata de unos de los mayores avances tecnológicos que logra digitalizar todos los sectores, pero no sin ello provocar alguna consecuencia negativa que impacte directamente en los trabajadores como puede ser el desempleo.

El marco teórico finaliza centrándose en el sector agroalimentario, analizando qué factores de esta nueva revolución son los más utilizadas, qué significa para

las empresas que lo implementan y cómo introducirla de manera efectiva y que abarque todo el sector.

En segundo lugar, se expone un **marco práctico** en el que se estudia la utilización de las tecnologías de la Industria 4.0 en el sector agroalimentario. En este apartado se plantea la metodología del estudio, a través de una serie de tablas y gráficos, por los cuales se ha comprobado la introducción de estas tecnologías en dicho sector.

Por último, el trabajo recoge los resultados y conclusiones fruto del estudio realizado, definiendo se así posibles líneas de actuación futuras.

INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL, OBJETIVOS Y DISEÑO DEL TRABAJO.....	9
1.1.- JUSTIFICACIÓN.....	9
1.2.- OBJETIVO	10
1.3.- METODOLOGÍA EMPLEADA.....	10
1.4.- FUENTES	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1.- La evolución de la tecnología en el sector industrial: Las revoluciones.....	12
2.1.1.- La 1º Revolución Industrial:.....	15
2.1.2.- La 2º Revolución Industrial:.....	16
2.1.3.- La 3º Revolución Industrial:.....	17
2.2.- Nacimiento del concepto Industria 4.0 y su relación con la Cuarta Revolución Industrial.....	20
2.3.- En qué se fundamenta la Industria 4.0.....	24
2.3.1.- El Big Data y las analíticas de la IA:.....	25
2.3.2.- Integración horizontal y vertical:.....	26
2.3.3.- Computación en la nube:	26
2.3.4.- Realidad aumentada (AR):.....	27
2.3.5.- Internet de las cosas (IoT):	27
2.3.6.- Fabricación aditiva – Impresión 3D:	28
2.3.7.- Robots automáticos:	28
2.3.8.- Simulación - gemelos digitales:	29
2.3.9.- Ciberseguridad:	29
2.4.- Importancia de esta revolución – covid19	30
2.4.1.- Infraestructura Digital:	31
2.4.2.- El teletrabajo:	32
2.4.3.- Seguridad en la nube:.....	33
2.4.4.- Inteligencia artificial en la industria:	34
2.5.- Ventajas e inconvenientes - ¿Es todo positivo?	35
2.6.- SECTOR AGROALIMENTARIO – INDUSTRIA 4.0	40

CAPÍTULO III: MARCO PRÁCTICO	48
3.1.- Componentes de la Industria 4.0 implementadas en las empresas de 10 o más empleados a nivel nacional	49
3.2.- Tecnologías de la Industria 4.0 implementadas en las empresas de 10 o más empleados a nivel nacional en el sector agroalimentario	51
3.2.1.- El análisis Big Data	51
3.2.2.- Inteligencia Artificial	53
3.2.3.- Internet de las cosas (IoT)	56
3.2.4.- Ciberseguridad.....	58
3.2.5.-Cloud Computing.....	59
3.3.- Teletrabajo implementado en las empresas.....	61
3.3.1.- Teletrabajo en empresas nacionales en el primer trimestre de 2021	61
3.3.2.- Teletrabajo en empresas nacionales del sector agroalimentario en el primer trimestre de 2021.	63
CONCLUSIÓN	65
LÍNEAS FUTURAS DE ACTUACIÓN.....	66
BIBLIOGRAFÍA	67

ÍNDICE DE TABLAS, ILUSTRACIONES Y GRÁFICOS

Tabla 1.- Revoluciones Industriales.....	19
Tabla 2.- La industria 4.0 en la práctica.....	42
Tabla 3.- Líneas de actuación	44
Tabla 4.- Industria 4.0 en el sector agroalimentario	47
Tabla 5.-Tecnologías utilizadas a nivel nacional.....	49
Tabla 6.- Análisis de datos de empresas sector agroalimentario	50
Tabla 7.- El Big Data en el sector agroalimentario.....	51
Tabla 8.- La IA en el sector agroalimentario	53
Tabla 9.- El IoT en el sector agroalimentario	56
Tabla 10.- La ciberseguridad en el sector agroalimentario	58
Tabla 11.- El cloud computing en el sector agroalimentario	59
Tabla 12.- Teletrabajo en empresas nacionales	61
Ilustración 1.- Pilares Industria 4.0	24
Ilustración 2.- Entorno Industria 4.0.....	30
Gráfico 1.- Causas por las que las empresas no aplican la IA.....	54
Gráfico 2.- Teletrabajo en el sector agroalimentario 1º trimestre 2021	63

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL, OBJETIVOS Y DISEÑO DEL TRABAJO

1.1.- JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la digitalización y la conectividad son de vital importancia en el mundo empresarial. La industria ha cambiado con el paso del tiempo, orientándose hacia una nueva corriente tecnológica donde lo digital cobra mayor importancia, siendo un punto clave para las empresas que buscan el máximo beneficio con el menor coste posible. Por esta razón, el presente Trabajo Fin de Grado estudia la relevancia de la Industria 4.0 como nueva vía que permite a los sectores desarrollar una mayor innovación tecnológica. En este punto, los modelos productivos antes vistos, donde las habilidades del trabajador eran el motor de la industria, dejan de ser utilizados para pasar a otros donde la Inteligencia Artificial y el Big Data cobran mayor importancia, entrando en la era de la robotización.

Para ello es imprescindible analizar los cambios que ha habido a lo largo del tiempo en la industria y la importancia que tiene la digitalización en la actualidad. Así mismo, es preciso ahondar en el concepto de Cuarta Revolución Industrial y su relación directa con la Industria 4.0. Del mismo modo, es necesario valorar el avance forzoso que se ha sufrido a consecuencia de la aparición de la covid-19 y analizar todas las ventajas, así como los inconvenientes que puede producir este paso en la industria. Para que el proyecto esté completo, se lleva a cabo un estudio práctico, a través de datos sacados directamente del INE (Instituto Nacional de Estadística), donde se analizan cuestiones del objeto de este trabajo para analizar en qué medida se ha implementado la Industria 4.0 en el sector agroalimentario. Posteriormente se establecerán futuras líneas de actuación.

1.2.- OBJETIVO

El objetivo principal del presente Trabajo Fin de Grado, es estudiar qué importancia ha adquirido la Industria 4.0 en el mundo empresarial, concretamente en el sector agroalimentario.

1.3.- METODOLOGÍA EMPLEADA

Para poder alcanzar el objetivo propuesto en el presente Trabajo Fin de Grado se emplea una metodología dividida en dos marcos; el teórico y el práctico.

El marco teórico se encuentra dividido a su vez en seis apartados en los cuáles se narran los aspectos teóricos del proyecto a través de datos cualitativos, apoyándose en diversos autores.

En el marco práctico se desarrolla el contenido anteriormente expuesto en la teoría. En este apartado se realiza un estudio cuantitativo con datos de carácter secundarios extraídos de varias encuestas del INE.

Finalmente, indicar que se trata de un trabajo descriptivo, ya que se quiere exponer hasta qué punto está implantada la tecnología de la Industria 4.0 en el sector agroalimentario.

1.4.- FUENTES

Para la realización del proyecto se ha recopilado información de fuentes secundarias.

Las fuentes secundarias empleadas contienen información previamente elaborada. La información expuesta en el marco teórico se ha obtenido con la ayuda de fuentes secundarias, gracias a las cuáles se han conseguido datos de interés. Estos capítulos se han realizado gracias a la revisión de fuentes bibliográficas tales como libros, artículos de revistas, recursos web, etc.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.- La evolución de la tecnología en el sector industrial: Las revoluciones

En toda nuestra historia ha habido grandes cambios que han marcado un antes y un después, sucesos que han conseguido romper con lo establecido y desmarcarse de lo normal. En este pequeño grupo de anomalías encontramos la llamada "Revolución Industrial". Este fenómeno recoge una serie de transformaciones económicas, políticas, sociales, culturales y sobre todo tecnológicas que revolucionaron el mundo tal y como lo conocíamos.

"La pobreza del pasado, desde los orígenes mismos de la sociedad humana hasta épocas muy recientes, se debió a la incapacidad de producir adecuadamente las cosas esenciales de la vida" (G. Slater, 1930: 1)

El ser humano a lo largo de su existencia, ha ido evolucionando lentamente desde la prehistoria (Neolítico - 8.000 A.C) hasta el siglo XVIII D.C, cuando empiezan a surgir numerosos cambios, en particular en el factor económico, que marcaron un nuevo devenir histórico necesario para la humanidad, que, para muchos, significó un nuevo comienzo.

"La industrialización es la única esperanza de los pobres ", afirmaba tristemente el profesor C. P. Snow en *The Two Cultures and the Scientific Revolution* en 1959. De igual manera, el profesor T. S. Ashton resaltaba la importancia que suponía este nuevo proceso para la población mundial: "En las llanuras de China y de la India viven actualmente hombres y mujeres agobiados por la miseria y el hambre, cuya vida no es mucho mejor que la de las bestias de carga con las cuales labran la tierra y comparten el techo por la noche, cuando se entregan al sueño. Esas normas asiáticas de vida y esos terribles métodos manuales de trabajo son el desdichado sino al que están condenados aquellos países que aumentan su población sin pasar por una revolución industrial" (Ashton, 1948: 129)

Así pues, estas transformaciones no solo fueron económicos, sino también afectaron a los aspectos sociales, intelectuales y demográficos. Pero cabe destacar, que los más efectivos y significativos fueron los cambios que se dieron

en las actividades industriales. Estos fueron los que dieron origen al nombre de esta transformación, que se denominaría “Revolución Industrial”.

“La Revolución Industrial que se inició en Inglaterra en el siglo XVIII y se expandió desde allí y en forma desigual, por los países de la Europa Continental y algunas otras pocas áreas y transformó en el espacio de dos generaciones, la vida del hombre occidental, la naturaleza de su sociedad y sus relaciones con los demás pueblos del mundo” (Landes, 1979: 15)

A parte de esta definición, un tanto inexacta, surgen otros muchos pensamientos e ideas acerca de cómo entender este suceso. La “etiqueta” más utilizada en los siglos XVIII y XIX haciendo referencia a la Revolución Industrial, era la versión simplista que sostenía que este fenómeno consistía en una serie de transformaciones económicas, políticas y sociales con un denominador común: la mecanización de la industria. Se llegó a decir que la Revolución Industrial era el paso de una economía de herramienta a una economía de máquina.

Otro historiador como Claude Föhlen también contribuye al desarrollo de este concepto con su propio punto de vista:

“Así pues la visión de revolución se ha enriquecido a medida que han ido progresando las investigaciones de los historiadores. Pero a estas alturas el fenómeno habrá adquirido una complejidad tal que resultaba ya indispensable recurrir a técnicas económicas para sacar partido del material existente, con el fin de avanzar más en las investigaciones y delimitar mejor el fenómeno. Se pasa así de la noción de “revolución industrial” a la de “crecimiento económico” (Föhlen, 1978: 36)

Asimismo, R.M Hartwell afirmaba al respecto:

“En mi opinión es más pertinente considerar fundamentalmente la revolución industrial como el primer ejemplo moderno de crecimiento económico y trasladar, por lo tanto, el foco de la atención de la distribución a la producción” (Hartwell, 1971: 5)¹

A tenor de estas definiciones podemos abordar el desarrollo de la Revolución Industrial que se produce de forma clara en tres ocasiones distintas a lo largo de los últimos siglos:

- 1º Revolución Industrial – 1764
- 2º Revolución Industrial – 1870
- 3º Revolución Industrial – 1969

Estos hechos irrefutables son la base que han dado lugar a los avances que utilizamos y con los que convivimos a día de hoy. Pero en la última década surge un nuevo concepto llamado Industria 4.0 que se relaciona directamente con una supuesta 4º Revolución Industrial.

Para intentar aclarar esta idea es necesario adentrarse en la historia de los últimos siglos y comprender todo lo que abarca realmente un suceso como este.

¹ Esta cita está sacada del pdf que se adjunta a continuación - https://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/40_3_Hartwell.pdf

2.1.1.- La 1º Revolución Industrial:

Cuando hablamos de la primera revolución industrial nos referimos a la Revolución Industrial Inglesa del siglo XVIII (1764), ya que nacieron una serie de cambios tanto técnicos como industriales de una manera casi exclusiva en el Reino Unido (Gran Bretaña e Irlanda).

El cambio se centra exclusivamente en tres aspectos muy definidos del sistema productivo británico: la producción textil del algodón, la siderurgia con el carbón mineral y el desarrollo de la energía del vapor. Todo esto se desarrolla de la mano de dos elementos claves como son: el primer telar mecánico y la introducción del agua y el **vapor como fuerza mecánica** para las instalaciones de fabricación.

Estos pilares no solo permiten el crecimiento de la economía y de la industria; que constituyen la esencia de esta revolución siendo la innovación tecnológica su gran pilar, sino que tienen otras series de características que van más allá. En un primer momento hay que tener claro que es un proceso que se prolonga de manera indefinida, de tal manera que el despegue de las tecnologías conduce al desarrollo de las mismas, que se terminan sosteniendo a sí mismas a lo largo de los años. Tras esto, surge un factor social clave como es el movimiento de la población de las comunidades rurales hacia las urbanas. Gracias al aumento de la población en las ciudades se consigue mayor mano de obra que hace posible sostener este desarrollo (las fábricas se instalan en los grandes núcleos urbanos). La aplicación que antes se daba de la energía en la industria, cambia completamente pasando de una que era proporcionada por el ser humano y por los animales, a una energía producida por las máquinas. Esto ayuda al funcionamiento constante de las fábricas, sin tener que depender directamente del factor humano, Por último, se consiguen avances enfocados en los transportes; ya que, aumentan las necesidades de abastecimiento de las ciudades y núcleos urbanos que están en constante crecimiento, junto con la distribución de materias primas y productos terminados (cada vez más demandados) que impulsan la creación y desarrollo de los medios de transporte.

2.1.2.- La 2º Revolución Industrial:

Surge en 1870 de la mano de un fuerte crecimiento económico, el aumento de la capacidad de producción y del éxito de la transición al régimen demográfico moderno que sufren los países más desarrollados.

Presenta un gran número de avances sobre el período anterior, pero destaca la importancia del avance científico basado en el trabajo que logra obtener una mejora en la producción de materiales muy valorados, nuevos sistemas de organización del trabajo y la creación de nuevas formas de gestión empresarial. Esto se ve reflejado en la aparición de nuevas producciones en línea con energía eléctrica, gracias a la invención de la cadena de montaje, lo que permitió la **división del trabajo** y crear la **producción en masa**.

Además de todos estos importantes avances, destacamos grandes innovaciones en materiales y energía.

Aparece el acero como un material fundamental en esta etapa, sobre todo en relación con los nuevos hornos Bessemer, que permitieron la fabricación en serie del acero a precios mucho más bajos que los conseguidos anteriormente. También cabe destacar el papel que tomó el aluminio, convirtiéndose en otro pilar de esta revolución, siendo imprescindible en la fabricación de motores y en la industria aeronáutica. Hubo mayores avances de materiales en el sector químico, aparecieron materiales compuestos como el cemento y abonos artificiales que terminaron por ser de gran importancia en la expansión de la química aplicada al mundo de la farmacia.

En cuanto a las energías, el petróleo tomó gran importancia gracias a la invención de los motores de combustión interna de gas y su adaptación a la gasolina, que impulsaron la demanda de este producto. Fue en 1895 cuando este tipo de motor se hizo "realidad" con la aparición del motor Diesel y el primer coche Ford (1896). También cobra mayor importancia la electricidad que es utilizada en la comunicación, iluminación, alimentación de motores eléctricos, electroquímica y electrodomésticos. La irrupción de grandes avances en su producción (grandes turbinas) y su transmisión (líneas de alta tensión) permitieron su extensión a inicios del S. XX.

2.1.3.- La 3^o Revolución Industrial:

Esta revolución también es conocida como “La Revolución de la Inteligencia”, denominada así por Jeremy Rifkin, quien en 1995 publica su libro *El fin del trabajo*, en el que defiende que la sociedad está encaminada hacia una fase en la que cada vez menos trabajadores producirán los bienes y servicios:

“Estamos, realmente, experimentando un gran momento de transformación histórica hacia esta tercera revolución industrial y nos dirigimos, inexorablemente, hacia un mundo próximo a la ausencia de trabajo. El *software* y el *hardware* ya existentes propician una rápida transición hacia la civilización basada en el silicio. La cuestión todavía no resuelta es cuántos seres humanos quedarán en el camino de la transformación industrial y cuál será el mundo final que nos espera en el otro lado” (Rifkin, 1996: 330)

Para Rifkin, los pilares fundamentales de la Tercera Revolución Industrial son: un mayor empleo de energías renovables, la construcción de edificios que producen su propia energía y la transición del uso del hidrógeno como un elemento esencial de almacenaje energético. De esta manera, considera que nuestra civilización se encuentra en una gran encrucijada; ya que, el petróleo y otros combustibles fósiles que definieron el modo de vida industrial presente durante la segunda revolución industrial, han entrado en un declive inevitable del que es complicado salir, y las tecnologías construidas y alimentadas con esas fuentes de energía forman parte del pasado, siendo estas en definitiva antiguas, fuera de uso y anticuadas. Toda infraestructura o planta industrial que haya sido erigida sobre los combustibles fósiles está envejecida y deteriorada; y como resultado nos encontramos con que el desempleo está aumentando en todo el mundo hasta alcanzar unos niveles tan altos que acaban siendo peligrosos. Los Estados, las empresas y los consumidores están asfixiados por las deudas, que no hacen más que aumentar, y los niveles de vida descienden vertiginosamente hasta cambiar radicalmente con respecto a lo anteriormente vivido (Rifkin, 2011: 1458)

El concepto Tercera Revolución Industrial o Revolución de la Inteligencia, aprobado por el Parlamento Europeo en 2007, es producto del pensamiento de Rifkin, derivado del punto en que convergen las nuevas tecnologías y los nuevos mecanismos de obtención de energía.

La combinación del avance de las tecnologías de la comunicación, el desarrollo y uso de las energías renovables y la aparición del internet impulsaron la consolidación de este nuevo evento en nuestra historia. La creación del primer controlador lógico programable y el uso de la electrónica y la tecnología catalizó la automatización de la producción, siendo este uno de los pilares de dicha revolución.

El siguiente cuadro hace referencia de manera gráfica, a las principales localizaciones en las que se desarrollaron con mayor éxito las diferentes revoluciones, así como, los principales inventos de cada una:

Tabla 1.- *Revoluciones Industriales*

	Localización Geográfica	Principales Inventos
Primera Revolución Industrial	Inglaterra Francia Bélgica Alemania	Máquina de vapor Ferrocarril
Segunda Revolución Industrial	Europa Occidental EEUU Japón	Automóvil Teléfono Radio Televisión
Tercera Revolución Industrial	Países Desarrollados	Cohete Ordenador Telefonía Móvil Internet

Fuente: Elaboración propia

Tras esta última, se empieza a hablar de otra posible revolución a la que se denomina Cuarta Revolución Industrial.

2.2.- Nacimiento del concepto Industria 4.0 y su relación con la Cuarta Revolución Industrial.

En el año 2014 surge la llamada Cuarta Revolución Industrial, con la aparición de las fábricas inteligentes y la gestión online de la producción. Sin embargo, no es hasta dos años después, en 2016, cuando este término fue acuñado por Klaus Schwab, fundador del Foro Económico Mundial, en su obra homónima *La Cuarta Revolución Industrial*. Así pues, no hay mejor manera que acudir a las páginas de su libro para encontrar una definición coherente y desarrollada:

“La Cuarta Revolución Industrial genera un mundo en el que los sistemas de fabricación virtuales y físicos cooperan entre sí de una manera flexible a nivel global. Sin embargo, no consiste solo en sistemas inteligentes y conectados. Su alcance es más amplio y va desde la secuenciación genética hasta la nanotecnología, y de las energías renovables a la computación cuántica. Es la fusión de estas tecnologías y su interacción a través de los dominios físicos, digitales y biológicos lo que hace que la Cuarta Revolución Industrial sea diferente a las anteriores” (Schwab, 2016: 21)

De una manera más reducida y entendible se podría resumir como un cambio que comenzó a principios de este siglo y que se basa esencialmente en la revolución digital. Esta se caracteriza por utilizar sensores más pequeños y baratos de la mano de la inteligencia artificial y del aprendizaje de la máquina.

Partiendo de estas definiciones, Klaus Schwab desarrolló el concepto de Cuarta Revolución como algo más que un mero suceso que puede quedarse enterrado con el paso del tiempo y lo explica apoyándose en la historia. Para Schwab, la Cuarta Revolución tiene un sentido en este proceso revolucionario:

“La Primera Revolución utilizó agua y la energía a vapor para mecanizar la producción. La segunda utilizó energía eléctrica para producir en masa. La tercera utilizó la electrónica y las tecnologías de la información para automatizar la producción. Ahora, llegados a este punto, se está creando y asentando una Cuarta Revolución Industrial sobre la tercera,

la revolución digital que ha estado ocurriendo desde mediados del siglo pasado. Esta Cuarta Revolución Industrial se caracteriza por una fusión de tecnologías que está difuminando las líneas entre las esferas física, digital y biológica” (Schwab, 2020: 6)

Estamos al borde de una revolución tecnológica que alterará fundamentalmente la forma en que el ser humano vive, trabaja y se relaciona con otros. En su escala, alcance y complejidad, la transformación será diferente a todo lo que la humanidad haya experimentado antes. Todavía no sabemos cómo se desarrollará, pero una cosa es clara: la respuesta a sus cambios debe ser integrada y exhaustiva, y deberá involucrar a todos los actores de la política global, desde los sectores público y privado, hasta la academia y la sociedad civil; es decir, esta nueva Revolución Industrial necesita ser vista desde todos los ángulos posible, sin limitarse a entenderla como algo meramente tecnológica y virtual.

Klaus Schwab justifica el nombramiento de este fenómeno como Cuarta Revolución Industrial y no como una extensión de la Tercera Revolución Industrial:

“Hay tres razones por las que las transformaciones de hoy representan no solo una prolongación de la Tercera Revolución Industrial, sino la llegada de una Cuarta y distinta: velocidad, alcance e impacto de los sistemas. La velocidad de los avances actuales no tiene precedentes históricos. En comparación con las revoluciones industriales anteriores, la Cuarta está evolucionando a un ritmo exponencial en lugar de lineal. Además, está alterando casi todas las industrias en todos los países. Y la amplitud y profundidad de estos cambios presagian la transformación de sistemas completos de producción, gestión y gobernanza” (Schwab, 2020: 6)

Otros autores insisten en el nacimiento de una cuarta revolución industrial y la desmarcan de una posible prolongación de la tercera. Así, subrayan la gran diferencia que ostenta esta cuarta revolución industrial:

“La capacidad transformadora que supone la interconexión de máquinas, productos, proveedores y millones de consumidores. Además, la transformación que se está produciendo tiene como signos distintivos la gran velocidad con la que se está desarrollando y el marco de conectividad integral en el que está teniendo lugar” (Buisán et al., 2017: 89)

De la mano de esta cuarta revolución surge un nuevo concepto en Alemania en 2011, siendo esta otra manera de referirse a la cuarta revolución industrial, que fue acuñado con el nombre de **Industria 4.0**, y se podría definir como “El auge de la tecnología industrial digital. Las transformaciones de la Industria 4.0 nos permiten trabajar junto con las máquinas de formas innovadoras y altamente productivas” (Burrus, 2019)²

Para completar este concepto, es preciso apoyarse en las definiciones que otros autores desarrollan y que van en la misma línea que el pensamiento de Burrus. Así pues, para Rosa García la clave de esta nueva Revolución pasa por la digitalización, introduciendo las tecnologías de la información que marcarán la pauta a seguir que creará la llamada Industria 4.0 (García, 2015: 59). Podríamos hablar de un nuevo modelo de producción que va más allá del simple hecho de fabricar bienes, pues se trata de una interacción de la digitalización, la producción, la informática y logística (Fernández, 2018: 32).

En definitiva, la Industria 4.0 está potenciada por el internet de las Cosas (IoT) y los sistemas ciberfísicos, siendo los elementos centrales de esta nueva transformación, la cual está directamente relacionada con la recolección de grandes cantidades de datos (big data), el uso de algoritmos para procesarlos y la interconexión masiva de sistemas y dispositivos digitales. La clave del funcionamiento de este nuevo concepto es que hace que las industrias tengan

²Esta cita literaria está sacada de la siguiente página web - [La ventaja de la Industria 4.0 - Daniel Burrus \(www-burrus-com.translate.google.com\)](http://www-burrus-com.translate.google.com)

su cadena de suministro de manera “inteligente”; es decir, desde la fabricación y las fábricas inteligentes hasta el almacenamiento y la logística inteligente (Peralta-Abarea et al.,2016: 2)

Pero la Industria 4.0 no solo abarca la cadena de suministro, sino que además se interconecta con sistemas *back-end*, como la planificación de recursos empresariales (ERP) para brindar a las empresas un nivel de visibilidad y control sin precedentes. Así pues, la Industria 4.0 supone una parte crucial en la transformación digital de cualquier empresa.

2.3.1.- El Big Data y las analíticas de la IA:

En la Industria 4.0, el Big Data se recopila desde una amplia gama de fuentes, desde equipos de fábrica y dispositivos de internet de las cosas (IoT), hasta sistemas de ERP y CRM, hasta apps del estado del tiempo y del tránsito. Las analíticas potenciadas por inteligencia artificial (IA) y *machine learning* se aplican a los datos en tiempo real y la información estratégica se aprovecha para mejorar la toma de decisiones y la automatización en todas las áreas de la gestión de la cadena de suministro: planificación de la cadena de suministro, gestión de logística, fabricación, I+D e ingeniería, gestión de activos empresariales (EAM) y compras.

“El Big Data permite optimizar, recopilar y comprender datos de muchas fuentes diferentes, incluidos sensores en red, equipos de producción y sistemas de gestión de clientes, mejorando la toma de decisiones en tiempo real” (Burrus 2019)

A su vez la Inteligencia Artificial (IA) tiene un gran peso a la hora de procesar la información, ya que se basa en el desarrollo de algoritmos que permiten a las computadoras procesar los datos a una velocidad nunca antes vista (Antes requería de varias computadoras y personal especializado), logrando también un aprendizaje automático. Los algoritmos se nutren de datos y experiencias recientes y se van perfeccionando, habilitando a la máquina con capacidades cognitivas propias de los seres humanos como la visión, lenguaje, comprensión, planificación y decisión en base a los nuevos datos. Centrado en la industria, permite el desarrollo de modelos neuronales aplicados a procesar imágenes reforzando la seguridad y el control de calidad, la predicción de series temporales de consumo eléctrico, y el desarrollo de estrategias de control para la gestión optimizada de estaciones de producción.

2.3.2.- Integración horizontal y vertical:

La columna vertebral de la Industria 4.0 es la integración horizontal y vertical. Con la integración horizontal, los procesos están estrechamente integrados a "nivel de campo"; es decir, en la planta de producción, en múltiples instalaciones de producción y en toda la cadena de suministro.

Con la integración vertical, todas las capas de una organización están vinculadas; de esta manera, los datos fluyen libremente desde la planta de fabricación hasta las oficinas y desde allí al resto. En otras palabras, la producción está estrechamente integrada con procesos de negocio como I+D, garantía de calidad, ventas y marketing, y otros departamentos. Así, los silos de datos y conocimiento son cosa del pasado

2.3.3.- Computación en la nube:

La computación en la nube es el "gran habilitador" de la Industria 4.0 y la transformación digital. La tecnología en la nube de hoy en día va mucho más allá de velocidad, escalabilidad, almacenamiento y eficiencia de costos. Proporciona la base para la mayoría de las tecnologías avanzadas (desde IA y *machine learning* hasta internet de las cosas) y les da a las empresas los medios para innovar. Los datos que alimentan las tecnologías de la Industria 4.0 residen en la nube y los sistemas ciberfísicos del centro de la Industria 4.0 utilizan la nube para comunicarse y coordinarse.

“A medida que aumentan los datos, el almacenamiento local no será suficiente, lo que nos lleva a los servicios en la nube y la virtualización. Los elementos de análisis de datos de alta velocidad junto con la inteligencia artificial y el aprendizaje automático permiten compartir conocimientos en tiempo real. Los servicios avanzados en la nube también permiten estrategias anticipatorias de predicción y prevención”
(Burrus, 2019)

2.3.4.- Realidad aumentada (AR):

La realidad aumentada, que superpone el contenido digital en un entorno real, es un concepto central de la Industria 4.0. Con un sistema de AR, los empleados utilizan lentes inteligentes o dispositivos móviles para visualizar datos de IoT en tiempo real, piezas digitalizadas, instrucciones de reparación o montaje, contenido de capacitación, y más cuando miran algún elemento físico (como una pieza de equipamiento o un producto). La AR sigue emergiendo, pero tiene implicancias importantes para el mantenimiento, servicio y control de calidad, así como para la capacitación y seguridad de los técnicos.

2.3.5.- Internet de las cosas (IoT):

El internet de las cosas (IoT) (puntualmente, Internet de las cosas industrial) es tan central para la Industria 4.0 que los dos términos a menudo se utilizan de manera indistinta. La mayoría de las cosas físicas de la Industria 4.0, así como dispositivos, robots, maquinaria, equipos, productos, utilizan sensores y etiquetas RFID para proporcionar datos en tiempo real sobre su estado, rendimiento o ubicación. Esta tecnología les permite a las empresas operar cadenas de suministro más fluidas, diseñar y modificar rápidamente productos, evitar la inactividad de los equipos, estar al tanto de las preferencias del consumidor, hacer seguimiento de los productos y el inventario, y mucho más.

“La descentralización del análisis y la toma de decisiones al tiempo que permite la retroalimentación en tiempo real es clave en la era actual. IIoT significa sensores conectados, máquinas que se comunican entre sí y más dispositivos que tienen computación integrada que permite Edge Computing, donde los sensores en red obtienen nuevos datos al instante y las decisiones automatizadas se toman más rápido” (Burrus, 2019)

2.3.6.- Fabricación aditiva – Impresión 3D:

La fabricación aditiva, o impresión 3D, es otra tecnología clave que impulsa la Industria 4.0. La impresión 3D se utilizó inicialmente como una herramienta de creación rápida de prototipos, pero ahora brinda una gama más amplia de aplicaciones, desde la personalización en masa hasta la fabricación distribuida. Con la impresión 3D, por ejemplo, las piezas y los productos pueden almacenarse como archivos de diseño en inventarios virtuales e imprimirse bajo demanda o donde se lo necesite (reduciendo tanto las distancias de transporte como los costos).

Consiste en crear un objeto físico mediante la impresión capa por capa de un modelo o dibujo digital 3D. Esto es lo contrario de la fabricación sustractiva, que es la forma en que se han hecho las cosas hasta ahora, sustrayendo capas de una porción de material hasta obtener la forma deseada. Por el contrario, la impresión 3D comienza como material suelto y luego construye un objeto de forma tridimensional utilizando una plantilla digital (Schwab, 2016)

2.3.7.- Robots automáticos:

Con la Industria 4.0, una nueva generación de robots autónomos está emergiendo. Programados para realizar tareas con mínima intervención humana, los robots autónomos varían mucho en tamaño y función, desde drones de escaneo de inventario hasta robots móviles autónomos para operaciones de recoger y ubicar. Equipados con *software* de vanguardia, IA, sensores y visión de máquina, estos robots son capaces de realizar tareas difíciles y delicadas (pueden reconocer, analizar y actuar sobre la información que reciben de sus alrededores).

“La capacidad de los robots para interactuar entre sí mientras realizan tareas retóricas aumenta la productividad y abre nuevas oportunidades de trabajo para los empleados dispuestos a aprender cosas nuevas. Estos futuros robots autónomos costarán menos y tendrán una mayor gama de capacidades” (Burrus, 2019)

2.3.8.- Simulación - gemelos digitales:

Un gemelo digital es una simulación virtual de una máquina, producto, proceso o sistema del mundo real basado en datos de sensores de IoT. Este componente central de la Industria 4.0 les permite a las empresas comprender, analizar y mejorar el rendimiento y el mantenimiento de los sistemas y productos industriales. Un operador de activos, por ejemplo, puede utilizar un gemelo digital para identificar una pieza específica que funciona mal, prever problemas potenciales y mejorar el tiempo productivo.

2.3.9.- Ciberseguridad:

Con el aumento de la conectividad y el uso de Big Data en la Industria 4.0, la ciberseguridad efectiva es primordial. Implementando una arquitectura Zero Trust y tecnologías como *machine learning* y *blockchain*, las empresas pueden automatizar la detección, prevención y respuesta ante amenazas, y minimizar el riesgo de violaciones a los datos y demoras en la producción en todas sus redes.

“Los medios seguros de comunicación y la gestión de identidades son muy importantes para la ciberseguridad en la Industria 4.0, ya que una mayor interconectividad conlleva el riesgo de problemas de seguridad. Las empresas manufactureras deben resolver previamente los problemas de ciberseguridad e implementar sistemas anticipatorios agregando una capa de predicción y prevención a la IA” (Burrus, 2019)

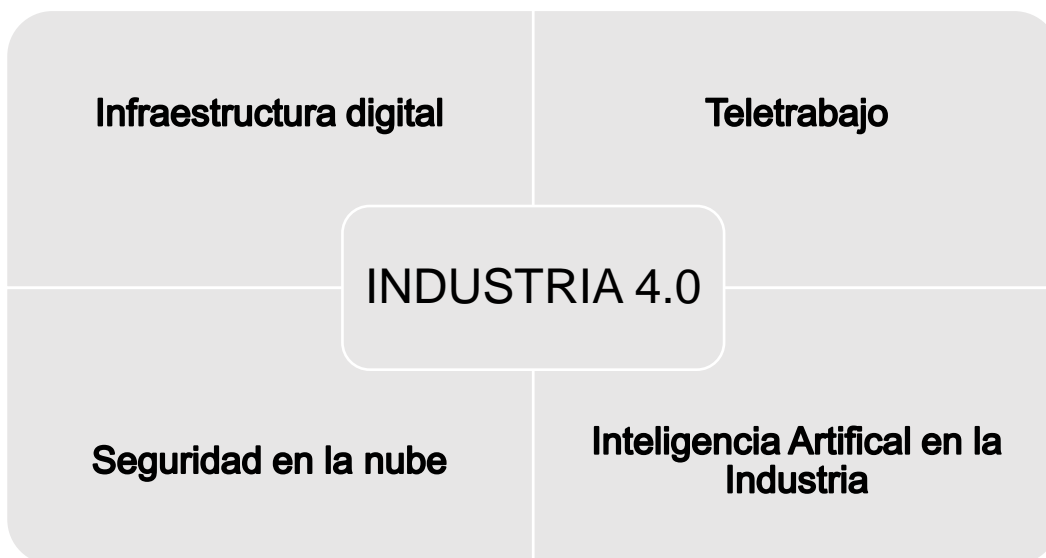
2.4.- Importancia de esta revolución – covid19

Cualquier crisis, a pesar de las consecuencias que deja tras de sí, significa una oportunidad de transformación, de poder desarrollar algo que anteriormente resultaba casi imposible o inviable. Es una ocasión para reforzar los puntos débiles de la sociedad y de la economía, al igual que prepara para poder afrontar los distintos desafíos que se puedan dar en el futuro.

En este caso, nos centramos en la crisis de la covid-19 y cómo esto afectó al avance de la introducción de la Industria 4.0 en nuestra vida. Cuando surge esta crisis a nivel global nace la necesidad de dar respuesta a problemas que se magnifican de manera inminente tras la pandemia. Entre ellos podemos destacar el cambio digital, la transición hacia una economía más sostenible y los límites a la globalización que hacen que parezca más frágil de lo que puede llegar a ser. El reto es claro: incrementar de forma sustancial la productividad.

Para poder afrontar este nuevo objetivo el mundo dio un giro de 180 grados y focalizó todos sus esfuerzos en lo que conocemos como Industria 4.0, pensando que esta sería una vía esencial para solucionar las adversidades producidas por la pandemia. Mayoritariamente este nuevo esfuerzo por adentrarse en la Industria 4.0 pasa por 4 claves:

Ilustración 2.- Entorno Industria 4.0



Fuente: Elaboración propia

2.4.1.- Infraestructura Digital:

Este es un elemento esencial hacia el camino de la “conectividad” de la Cuarta Revolución Industrial. Tener una infraestructura digital fuerte y segura es esencial si se quiere conseguir este objetivo. Un elemento importante es la Fibra Óptica, que se postula como la nueva autopista de la información y de la comunicación. Es esencial para la digitalización, la tecnología y la industrialización.

La transformación digital del sector productivo debe de tener una visión holística (hay que entenderla como un todo).

Factores que ayudan a afrontar esta transformación digital que hay que tener en cuenta:

- 5G – “La denominación de 5G se refiere a la quinta generación de redes móviles que conocemos. Atrás quedó la antigua red de 1G, la de aquellos primeros teléfonos móviles que solo permitían hablar. La tecnología 2G introdujo los SMS, y poco a poco nuestro ‘smartphone’ se convirtió en una herramienta de comunicación cada vez más amplia. Primero se incorporó la conexión a Internet (3G) y después llegó la banda ancha (4G), lo que trajo consigo la reproducción de vídeos en tiempo real (*streaming*) o la realidad aumentada, algo a lo que ya estamos muy acostumbrados, pero que hace unos años eran completamente inviables” (Flores, 2019)³
- *Cloud* – “Transfiere los datos a alta velocidad, los almacena y gestiona la ventaja que representa en capacidad de respuesta, además de asegurar su disponibilidad desde cualquier parte del mundo proporcionando acceso a internet” (Peralta-Abarca et al., 2016: 4)
- *Machine learning* – “El *machine learning* –aprendizaje automático– es una rama de la inteligencia artificial que permite que las máquinas

³Esta definición esta sacada de la página web oficial de National Geographic - [Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida \(nationalgeographic.com.es\)](https://www.nationalgeographic.com.es/qu%C3%A9-es-el-5g-y-c%C3%B3mo-nos-cambiar%C3%A1-la-vida)

aprendan sin ser expresamente programadas para ello. Una habilidad indispensable para hacer sistemas capaces de identificar patrones entre los datos para hacer predicciones. Esta tecnología está presente en un sinnúmero de aplicaciones como las recomendaciones de Netflix o Spotify, las respuestas inteligentes de Gmail o el habla de Siri y Alexa” (BBVA)⁴

- Deep learning – “El *deep learning*, o **aprendizaje profundo**, parte del machine learning para, a partir de una gran cantidad de datos y tras numerosas capas de procesamiento con algoritmos, conseguir que un ordenador termine aprendiendo por cuenta propia y realizando tareas similares a las de los seres humanos, como la identificación de imágenes, el reconocimiento del habla o la realización de predicciones, de forma progresiva” (Iberdrola)⁵
- IPA - *Intelligence Process Automation*, es un conjunto emergente de nuevas tecnologías que combina el rediseño de procesos fundamentales, con la automatización de procesos robóticos y el aprendizaje automático.

2.4.2.- El teletrabajo:

La Organización Internacional del Trabajo, define el concepto de teletrabajo de la siguiente manera: “Un nuevo esquema de trabajar, en un lugar alejado de una oficina central o instalaciones de producción, comercio, servicios, etc., separando al trabajador del contacto personal con colegas y líderes que estén en esa oficina, planta o área comercial. En definitiva, el teletrabajo integrado con la tecnología, hace posible esta separación laboral facilitando la comunicación en los diferentes niveles de una compañía”

⁴ Esta definición esta sacada de la página web oficial del BBVA - <https://www.bbva.com/es/machine-learning-que-es-y-como-funciona/>

⁵ Esta definición esta sacada de la página web oficial de Iberdrola - <https://www.iberdrola.com/innovacion/deep-learning>

Es un gran avance para comprender, asimilar y afrontar la Industria 4.0, ya que permite casi de una manera obligada modificar las estructuras organizacionales, haciéndolas más planas, flexibles, horizontales y modulares. Ciertas tareas con el tiempo no requerirán desarrollarse dentro de una oficina o empresa, lo que provocará un cambio en las personas tanto a nivel laboral como social e incluso psicológico.

Así mismo, las empresas toman más en cuenta nuevas "prácticas laborales" que surgen y ganan importancia a raíz del teletrabajo como: el salario emocional, responsabilidad social corporativa orientado a la gente, cómo conciliar el trabajo y la vida familiar, algo que los trabajadores sienten como esencial en sus puestos de trabajo. Todos estos procesos de talento humano conducen a buscar un equilibrio y funcionalidad entre el trabajo y las expectativas de los nuevos trabajadores del siglo XXI combinando sus espacios de vida, deporte, desarrollo académico y tiempo de calidad para la familia.

Por otra parte, "permite que, de esta manera, se pueda conseguir un ahorro de costes para la empresa, así como menos gastos para los empleados, y facilita optimizar el tiempo profesional y personal de los mismos" (Gilpérez, 2020: 53)

Pero no todo es positivo, ya que también cuenta con numerosos inconvenientes como las distintas distracciones que pueden surgir a lo largo de la jornada laboral en el domicilio de cada trabajador, existe un control y seguimiento menos exhaustivo que si se produjese de manera presencial, el trabajador puede crear problemas psicológicos si no logra separar y diferenciar el trabajo laboral de su tiempo personal.

2.4.3.- Seguridad en la nube:

Ante un planteamiento novedoso y de última generación se necesita un seguro que nos permita desarrollar esta nueva manera de trabajar sin pensar constantemente en los peligros que ello puede acarrear.

"Según una encuesta de Gartner, más del 75% de las empresas consultadas han manifestado algún tipo de dificultad con sus infraestructuras y plataformas, en particular las relacionadas con la ciberseguridad" (Gilpérez, 2020: 60)

Es necesario tener una buena seguridad en la nube (donde se almacenan todos los datos y desde donde se controla la mayor parte de la empresa). A este punto se le denomina un sub-dominio de la ciberseguridad, enfocada en una amplia gama de tecnologías, políticas y distintas formas de control cuya finalidad es proteger los datos, aplicaciones e infraestructuras relacionadas con la computación en la nube.

2.4.4.- Inteligencia artificial en la industria:

Según un informe del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación se resalta los usos que se ha hecho con la IA para hacer frente a la covid-19:

- Aceleración de la investigación, en áreas como la recuperación de la información y estudios de investigación, y en la simulación de procesos y ensayos.
- Análisis, control y pronóstico de cómo evolucionan ciertos procesos.
- Creación de nuevas estrategias y métodos revolucionarios.

“En España, más del 80% de las empresas manifiestan que, o bien han empezado a implementar la IA, o están evaluándolo para hacerlo. Las áreas en las que ponen más foco de aplicación son las de seguridad, la automatización de procesos para incrementar la eficiencia y calidad, y la atención al cliente” (Gilpérez, 2020: 63)

Todos estos puntos suponen un avance importante para que la introducción de la Industria 4.0 en las empresas sea mucho más sencillo y logre con éxito esa conectividad que se busca constantemente.

2.5.- Ventajas e inconvenientes - ¿Es todo positivo?

Decía Emile Poyet, un anarcosindicalista francés del siglo XXI:

“El trabajador solo respetará la máquina el día que ésta se convierta en su amiga, reduciendo su trabajo, y no como en la actualidad, que es su enemiga, quita puestos de trabajo y mata a los trabajadores” (Fernández, 2018: 37).

Esta reflexión simple y a la vez compleja, es un pensamiento generalizado a lo largo de los últimos años que ha provocado gran rechazo en gran parte de la humanidad, que ven como los avances tecnológicos enfocados en el aspecto laboral puede suponer una gran pérdida para su persona.

Ante estos pensamientos erróneos, según algunos autores, se crea una corriente a favor de la Industria 4.0 y de sus beneficios. Entre ellos encontramos al ya citado Daniel Burrus, férreo defensor de esta idea:

“Esta imagen de que la industria es arenosa y exclusivamente obrera es cierta hasta cierto punto, pero cuando se le agrega 4.0 adquiere un significado completamente nuevo, y los obreros terminan creyendo la narrativa de que los robots y la inteligencia artificial (IA) eliminará sus trabajos” (Burrus, 2019)⁶

Tras estas pinceladas, sigue ahondando en su idea de la ventaja que otorga la Industria 4.0 en las empresas que la emplean y de una forma sutil arremete contra esas personas que son contrarias:

“Aunque común, este miedo es injustificado. A pesar de la tendencia dura ahora comprobada de que la IA, la automatización y la robótica avanzadas, la impresión 3D y otros avances industriales de internet de las cosas (IoT) a menudo reemplazan las tareas mundanas en la fabricación, las transformaciones de la Industria 4.0 nos permiten trabajar

⁶Esta cita literaria esta sacada de la siguiente página web - [La ventaja de la Industria 4.0 - Daniel Burrus \(www-burrus-com.translate.google\)](http://www-burrus-com.translate.google)

junto con las máquinas en formas nuevas y altamente productivas”
(Burrus, 2019)⁷

Siguiendo la línea de las ventajas que aporta la Industria 4.0 a las empresas, es preciso destacar que la combinación del tamaño de los mercados y el acceso a los datos sobre los clientes, permite que las empresas innovadoras puedan crecer de manera rápida y ganar una mayor cuota de mercado. Para llevarse a cabo, se utilizan los conocidos como efectos de red: cuantos más usuarios utilicen un bien o servicio digital, más información se genera, lo que permite poder mejorar el servicio, trayendo en última instancia a más usuarios (Serrano et al., 2021: 2)

Además, cabe tener en cuenta el dato que nos da a conocer Eric Schmidt, quien fue presidente ejecutivo de Google desde 2001 hasta 2011:

“Entre el origen de la tierra y el 2003 se crearon cinco exabytes de información. Hoy en día creamos la misma cifra cada dos días” (Joyanes, 2020: 67)

Esta cita impulsa la idea que Rosa García desarrolla en la revista Economistas titulada La Reindustrialización necesaria:

“En la industria 4.0 los datos pasan de ser personajes secundarios a tener un papel más relevante gracias al potencial que un personal cualificado puede obtener con esa información. La aplicación de las TIC e internet de las cosas a los procesos de fabricación incrementará de forma drástica el volumen de datos. Es precisamente esa información la que sostiene la digitalización de la producción y la que diluye las barreras entre lo real y lo virtual” (García, 2015: 63)

⁷Esta cita literaria esta sacada de la siguiente página web - [La ventaja de la Industria 4.0 - Daniel Burrus \(www-burrus-com.translate.goog\)](http://www.burrus-com.translate.goog)

En aspectos generales la industria 4.0 crea una serie de ventajas a las empresas que lo adoptan:

“El tiempo de comercialización es más corto para los nuevos productos, aumenta la capacidad de respuesta del cliente, la producción en masa pasa a ser personalizada sin necesidad de traducirse en un aumento significativo de los costes generales de producción, el entorno de trabajo se vuelve más flexible y se consigue un uso más eficiente de los recursos naturales empleados y de las energías” (Peralta-Abarea, 2016: 5)

La digitalización de los procesos industriales incrementa la competitividad de las empresas a través del aumento de su productividad. De una manera más concreta y precisa, los autores M. Buisán y F. Valdés en su artículo La Industria Conectada 4.0 nos introducen en el impacto que produce la Industria 4.0 en las dimensiones de la organización industrial de las empresas:

En el **proceso**: la transformación digital aplicada a los procesos supone incorporar tecnologías 4.0 para hacerlos más eficientes y flexibles, ya sea mediante una optimización de los ya existentes o un cambio de los mismos. Un ejemplo sería la impresión 3D, que hace posible la producción de prototipos mucho más rápidamente y agiliza el proceso de diseño. Por otro lado, la robótica permite flexibilizar los procesos para que estos se adapten mejor a los requisitos de los clientes. Así, la aplicación de tecnologías digitales garantiza una mayor eficiencia (optimización de recursos energéticos o materias primas y reducción de costes), mayor flexibilidad (posibilidad de personalizar los productos) y la reducción de plazos (acortando el tiempo de espera del cliente para obtener su compra).

Redefine el **tipo de producto** industrial: la digitalización de los productos de la industria puede suponer la incorporación de tecnología a los ya existentes, mejorando así sus funcionalidades, o permitir la aparición de otros nuevos. Un ejemplo que lo ilustra es el automóvil y su evolución hacia la integración con la electrónica y los componentes digitales, que

en los nuevos desarrollos ya representa el 45 por 100, si no más, del valore del producto.

Afecta al **modelo de negocio**: la Industria 4.0 y sus tecnologías también posibilitan la aparición de nuevos modelos de negocio, al cambiar el modo en que se pone a disposición del cliente un producto o servicio. La transformación digital permite, por ejemplo, incorporar sensores a los vehículos, habilitando un nuevo modelo de negocio que consiste en alquilar automóviles por horas. Se puede llegar a cambiar el negocio desde la «venta de activos» a la venta del «uso de activos».

La importancia de todo lo que aporta la Industria 4.0 a las empresas para lograr el máximo beneficio frente a sus competidores se podría resumir en la siguiente cita:

“El sector tecnológico es conocido por ser un ámbito donde el ganador se lo lleva todo” (Serrano, 2021: 2)

Tras estos aspectos que aporta la Industria 4.0 a las empresas que lo aplican es necesario reparar en que no todo son ventajas. De esta manera, la autora Henar Álvarez Cuesta hace ver todo esto, apostando por reformular el derecho de desconexión digital con el objetivo de poder proteger la vida privada de los trabajadores que puede ser atentada ante un posible control omnicompreensivo ejercido por el entorno digital, no solo por el empleador sino también por los clientes (Cuesta, 2017: 13)

Pero no solo es preocupante en estos términos, como la desconexión digital o la privacidad, que van de la mano del teletrabajo y que pueden producir efectos negativos en la vida laboral del trabajador. Nos adentramos en un pensamiento generalizado que se podría resumir en `la muerte del trabajador`.

“Tampoco faltan quienes prevean la desaparición del trabajo y del trabajador y de toda protección social: traducido en impacto jurídico-laboral (y protección social), significa que la robotización de la economía y la economía colaborativa difundirían el **virus de la muerte del trabajador** subordinado que, a medida que se vaya extinguiendo, vería

no solo debilitados sino perdidos sus derechos individuales y colectivos”
(Cuesta, 2017: 18)

Esta consecuencia es la primera de la digitalización de la economía, que provoca falta de empleo traducido en un desempleo cada vez mayor. No sobran estudios que hablan sobre el fin del trabajador, la mano de obra humana, sobrepasada por la era tecnológica, la era robotizada, pero a su vez hay quienes solo piensan en una era donde las tareas penosas y repetitivas son realizadas por las máquinas, mientras los humanos se ocupan de las creativas e intelectuales. Pero en cualquiera de los casos está presente el desempleo tecnológico:

“Aquel en el que se produce un desfase temporal entre la pérdida de empleo y la reinversión de los beneficios producidos por la mejora de la eficiencia provocada por las nuevas tecnologías se transforme a su vez en generación de actividad y de empleo” (Cuesta. 2017: 60)

Pero no solo es una cuestión de robotizar o humanizar el empleo, sino que para las empresas se trata de conseguir un máximo beneficio adaptando cualquier política:

“La subida de costes laborales junto a la explosión del mercado robótico puede conllevar que sea mejor inversión la sustitución de humanos por máquinas, y no faltan informes que recomienden a las empresas analizar qué puestos de trabajo se pueden automatizar” (Cuesta. 2017: 60)

De hecho, en España, las estimaciones efectuadas por el Instituto Global Mckinsey (se dedica a analizar el impacto que tiene la automatización en 54 países) considera que existe un total de **8,7 millones de empleos son susceptibles de ser automatizados** (Cuesta. 2017: 62)

Así pues, se procederá a analizar toda esta situación en el sector agroalimentario, en el que ha habido una gran expansión de la Industria 4.0.

2.6.- SECTOR AGROALIMENTARIO – INDUSTRIA 4.0

Esta transformación tecnológica se da en diversos campos, entre ellos, el que compete al sector agroalimentario. Los retos a los que se enfrenta a medio plazo se basan en dos conceptos clave: desarrollar y modernizar la producción y atender a un consumidor que busca y desea productos saludables y respetuosos con el medio ambiente.

El director de la FIAB (Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebidas) explica que: "Los esfuerzos de la industria se centran sobre todo en **lograr un entorno productivo moderno**, integrado en el concepto de industria 4.0 y sostenible"

De la misma manera, Laura Berridi, responsable del departamento de comunicación de Angulas Aguinaga (una de las empresas participantes en el proyecto de innovación europeo EITFood), expone que: "Es necesario incorporar las nuevas tecnologías en el procesado de alimentos y desarrollar nuevos productos centrados en el consumidor"

Se ha producido un cambio de modelo en el consumo, ahora el consumidor está cada vez más movilizado y es más exigente cuando tiene que elegir y comprar un producto entre una gran multitud de opciones. Se informa, compara y consulta antes de iniciar el proceso de compra. Este proceso termina siendo clave para las empresas, ya que determinará si consiguen un nuevo cliente, y si este acaba siendo leal a ellos. En definitiva, nos encontramos con un consumidor hiper-informado. Esto significa que las empresas necesitan cambiar su forma de pensar y actuar. Las reglas del juego han cambiado.

De esta manera, el consumidor actual principalmente se caracteriza por: estar conectado a cualquier tipo de APPs que pueda monitorizar los hábitos alimenticios y el estilo vida de cada persona, apostar por los productos bio o sostenibles, ser menos leales a la marca y más al producto, adquirir alimentos personalizados que se adapten al estilo de vida, la transparencia en los etiquetados que muestren información completa⁸

⁸ Esta referencia esta sacada de la siguiente página web - [Tendencias de consumo a través de la Industria 4.0 \(actualfruveg.com\)](https://www.actualfruveg.com)

Ante esta nueva necesidad de satisfacer a una demanda cada vez más personalizada, la industria requiere de una vía que le proporcione soluciones innovadoras y rentable.

El concepto Industria 4.0 se ocupa de la diversidad empresarial actual y se adapta a las diferentes necesidades y realidades, haciendo posible la introducción de un nuevo modelo de industria más inteligente, conectada, automatizada, social y flexible. Supone un nuevo contexto que requiere de nuevos planteamientos y que se debe abordar como la renovación de la visión de negocio y de las operaciones en una nueva economía digital. La industria 4.0 ofrece gran variedad de soluciones para que la industria de la alimentación aborde la transformación digital:⁹

Cadena de valor integrada - Integración de sistemas de información y conocimiento basados en redes colaborativas. Permite realizar una gestión más eficiente y optimizada de las cadenas de valor. Hay herramientas que facilitan, de manera integral en toda la cadena, controlar la trazabilidad de las diferentes fases del producto o de gestionar la seguridad alimentaria de manera integral, así como la eliminación de cualquier duda de manipulación fraudulenta de la información o del producto, o asegurar la calidad desde origen de manera automática.

Los datos como activo estratégico – Se utilizan los datos existentes dentro de la empresa para minimizar los costes, la eficiencia de los procesos, la mejora de la calidad del producto y de la seguridad alimentaria mediante la correlación de los datos disponibles o potencialmente disponibles.

Fabricación personalizada y *made to order* - La fabricación avanzada hace posible la gestión de grandes volúmenes de fabricación con la obtención de productos personalizados, a la medida de la demanda cambiante de clientes. Supone un alto grado de flexibilidad en los procesos productivos, ciclos cortos de diseño y fabricación y control de costes.

⁹Esta referencia esta sacada de la siguiente página web - [Tendencias de consumo a través de la Industria 4.0 \(actualfruveg.com\)](https://www.actualfruveg.com)

A continuación, se exponen una serie de ejemplos que nos ayudan a entender la importancia que ha supuesto estos avances y como ha contribuido a solucionar algunos problemas o incluso a mejorar procesos que antes se llevaban a cabo acelerándolos para obtener una gestión más productiva:

Tabla 2.- La industria 4.0 en la práctica

EJEMPLOS	
Cadena de valor integrada	Industrias Lácteas Asturianas. Apuesta por la innovación en la gestión de compras. Ha implantado una plataforma colaborativa 4.0 que integra la información de sus cadenas de suministro y contribuye a la creación de valor con sus proveedores.
Los datos como activo estratégico	Un ejemplo de ello es la plataforma global e integrada, desarrollada para MERCASA, de procesos y servicios en <i>cloud</i> para la gestión de la trazabilidad en mayoristas de pescado y marisco.
Fabricación personalizada y made to order	En empresas como CustomDrinks del grupo Estrella Galicia ha desarrollado un nuevo sistema basado en inteligencia artificial, tecnologías semánticas y nuevas técnicas de modelado empresarial, permiten conocer de forma rápida cuando se recibe un nuevo pedido o se genera un nuevo producto. Es decir, ayuda a tomar decisiones cada vez más rápida y flexibilizar y adaptar los procesos productivos en cortos espacio de tiempo.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Lázaro, 2018

Como conclusión a la importancia de la Industria 4.0 al sector agroalimentario nos vamos al artículo escrito por Guerrero, Luque y Lama (2018):

“En los últimos años, el rápido desarrollo de *Internet of Things* (IoT) ha ayudado mucho a la cadena de suministro de alimentos en la importancia práctica. El IoT es una opción inevitable para mejorar la logística, y si se comparan las situaciones anteriores y posteriores a la implementación de nuevas tecnologías de red para la gestión de la logística de los alimentos, se puede concluir que su aplicación tiene un gran efecto estimulante. Por ejemplo, es posible identificar y establecer la trazabilidad desde el cultivo hasta la cadena de producción en los entornos de procesamiento de alimentos, proporcionando a la cadena de suministro información efectiva para su identificación y trazabilidad” (Guerrero, 2018: 48)

Esta nueva manera de trabajo tan innovadora y nunca vista en este sector, debe de introducirse a través de diversas líneas de actuación que ayudarán y facilitarán a asumir de forma más orgánica esta transición. Como todas las nuevas implantaciones que se realizan en la industria, esta digitalización del sector agroalimentario debe llevarse a cabo de manera coordinada entre todos los componentes que participan en ella. Para conseguirlo, es bueno seguir una serie de líneas de actuación o procesos que guíen este nuevo modelo.

Tabla 3.- Líneas de actuación

Líneas de actuación	Áreas estratégicas
Formación e Implantación	Formación académica y laboral. Informar e implantar bases sobre la digitalización.
Entornos colaborativos	Concentración en crear entornos colaborativos – <i>Clúster</i> .
Impulso factores digitales	Fomentar actividades que ayuden al desarrollo. Apoyo a empresas tecnológicas.
Apoyo a digitalización de la industria	Financiación de factores Industria 4.0. Asistencia para adoptar de forma progresiva la Industria 4.0.

Fuente: Elaboración propia, a partir Industria Conectada 4.0

Para llevar a cabo este proceso de la manera más óptima se necesitan dos aspectos claves como son la coordinación y la cooperación, que deben de producirse a través del clúster:

“Concentración de empresas en una zona geográfica determinada o la concentración de diferentes organizaciones relacionadas con una materia concreta y que están presentes en un Estado o región. La razón de ser de estos clústeres es que consiguen aumentar la productividad de las empresas” (APD)¹⁰

Gracias a los clústers, las empresas pueden conseguir con mayor facilidad los bienes que necesitan para su proceso de producción, ya sean componentes, maquinaria... esto provoca una disminución de los costes, facilita una prestación conjunta entre las empresas que se beneficiarán mutuamente, y una mayor

¹⁰ Esta referencia esta sacada de la página web de APD - [¿Qué es un clúster empresarial y cuáles son sus objetivos? | APD](#)

unidad empresarial y sectorial que ayuda, en este caso, a integrar la Industria 4.0 en el sector agroalimentario.

Además, la utilización del clúster como medio para introducir la Industria 4.0 en el sector agroalimentario aporta un concepto básico y necesario para el correcto funcionamiento de las nuevas herramientas utilizadas, pues se consigue adoptar y crear una fuerte conectividad entre diferentes empresas sin necesidad de estar unidas geográficamente, siendo un pilar fundamental en este desarrollo:

“Un clúster desarrolla no solo patrones de especialización ínter firma, sino también formas implícitas y explícitas de colaboración entre agentes económicos locales y fuertes asociaciones sectoriales. Finalmente, una red no implica necesariamente la proximidad geográfica de las PyME, ya que la cooperación entre las firmas y el aprendizaje colectivo puede existir aún entre empresas que no estén en la misma localidad” (Perego, 2000: 49)

Un clúster empresarial aporta gran cantidad de beneficios a las empresas, que de esta manera consiguen aumentar su competitividad y su posición en el mercado. Cabe destacar, que hay tres muy concretos que las empresas valoran principalmente, como son: el aumento de la capacidad de innovación e introducción de nuevas tecnologías que facilita su aplicación en el campo en el que se mueve la empresa, el incremento de la productividad y la reducción de los costes que sufre la producción.

Estas ventajas se obtienen por la posibilidad de compartir conocimientos, capacidades, experiencias y, sobre todo, recursos. “En el momento en que varias empresas deciden crear un clúster es posible que tengan objetivos diferentes, pero seguramente tengan un objetivo común, al menos en las áreas de I+D+I o de negocios” (APD)¹¹

¹¹ Esta referencia esta sacada de la página web de APD - [¿Qué es un clúster empresarial y cuáles son sus objetivos? | APD](#)

Dentro de la innovación, en el sector agroalimentario sobresalen unas tecnologías por encima de otras por la mayor utilidad y por su fácil implementación que supone para todos los factores que intervienen en el sector. Para poder llevarlo a cabo se desarrollan una serie de habilitadores digitales, que se definen como: “el conjunto de tecnologías que hacen posible que esta nueva industria explote todo su potencial. En efecto, éstas permiten la hibridación entre el mundo físico y el digital, es decir, vincular el mundo físico al virtual para hacer de la industria una industria inteligente” (Industria Conectada 4.0)¹²

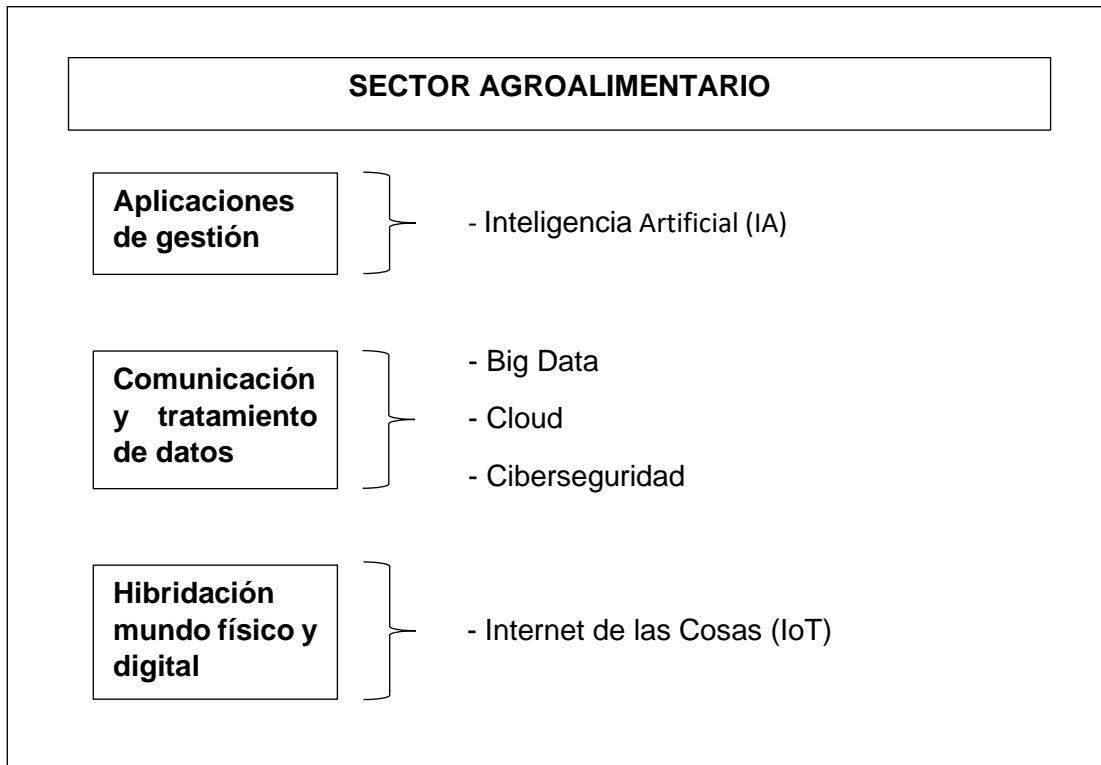
En estos habilitadores digitales diferenciamos tres grandes categorías:

- Los de hibridación del mundo físico y digital, que permiten poner en relación ambos prismas mediante sistemas de captación de información o de materialización de la información digital en el mundo físico (sensórica, fabricación aditiva, robótica colaborativa...)
- Los de comunicaciones y datos, que permiten la comunicación entre dispositivos, el almacenamiento y el tratamiento de los datos (big data, cloud, ciberseguridad...)
- Las aplicaciones de gestión, que aplican inteligencia de los datos procesados permitiendo multitud de aplicaciones y modelos de negocio sobre ellos (plataformas colaborativas, inteligencia artificial...)

¹² Esta referencia esta sacada de la página web de Industria Conectada 4.0 - <https://www.industriaconectada40.gob.es/estrategias-informes/estrategia-nacional-IC40/Paginas/grupos-trabajo.aspx>

Todo esto afecta tanto al proceso de producción de las empresas que evoluciona radicalmente gracias a la digitalización, como al producto o bien y al modelo de negocio que está en constante cambio, ya que, si no, la empresa no podría adaptarse a las nuevas condiciones del mercado y entraría en peligro de disolución.

Tabla 4.- Industria 4.0 en el sector agroalimentario



Fuente: Elaboración propia, a partir Industria Conectada 4.0

CAPÍTULO III: MARCO PRÁCTICO

A continuación, en las siguientes hojas, se realiza un estudio para ver cómo la tecnología perteneciente a la Industria 4.0 se ha introducido en el sector agroalimentario. Para ello se han tomado datos de encuestas sacadas del INE (Instituto Nacional de Estadística) en forma de porcentajes que indican la cantidad de empresas que las han adquirido e introducido en su proceso productivo.

3.1.- Componentes de la Industria 4.0 implementadas en las empresas de 10 o más empleados a nivel nacional

Tabla 5.-Tecnologías utilizadas a nivel nacional.

	2020-2021	2019-2020	2018-2019
Empresas que utilizan tecnología IoT	27,7%	16,8%	-
Empresas que realizaron análisis de Big Data	11,1%	8,5%	-
Empresas que usan IA	8,3%	-	-

Elaboración propia a partir de datos del INE, 2021

Por un lado, el Internet de las Cosas (IoT) es la tecnología cuyo uso más se ha incrementado (10,9 puntos con respecto al año anterior). Ahora lo utilizan el 27,7% de las empresas.

Por otro lado, el análisis Big Data también ha aumentado su implementación en las empresas nacionales con un 11,1%. Así ha logrado un incremento de 2,6 puntos respecto al año anterior que se situaba en 8,5%

Por último, la Inteligencia Artificial (IA) es utilizada por el 8,3% de las empresas, siendo una de las tecnologías menos implementadas hasta el momento por las empresas de 10 o más trabajadores a nivel nacional.

Esta tabla indica la evolución de la importancia de la Industria 4.0 en las empresas españolas. Estos datos concluyen en el primer trimestre del 2021, mostrando hasta esa fecha el recorrido de las nuevas tecnologías. Tras estas pequeñas pinceladas, se procederá a analizar una serie de componentes que forman parte de la Industria 4.0, manejando los datos del primer trimestre del año 2021.

A continuación, se analizará el uso de las tecnologías de la Industria 4.0 en las empresas dedicadas al **sector agroalimentario**, segmentándolas por el tamaño de cada una: de 10 a 49 trabajadores, de 50 a 249 trabajadores, y de 250 o más trabajadores. Los conceptos que se desarrollarán a continuación son: El análisis **Big Data**, la **IA**, el **IoT**, la **ciberseguridad** y los servicios en la nube (**Cloud computing**).

Tabla 6.- Análisis de datos de empresas sector agroalimentario

Año	1º Trimestre 2021
Tamaño de las empresas	De 10 a 49 trabajadores De 50 a 249 trabajadores De 250 o más trabajadores
Tecnologías	Big Data IA IoT Ciberseguridad Cloud

Fuente: elaboración propia

3.2.- Tecnologías de la Industria 4.0 implementadas en las empresas de 10 o más empleados a nivel nacional en el sector agroalimentario

3.2.1.- El análisis Big Data

Tabla 7.- El Big Data en el sector agroalimentario

	De 10 a 49 trabajadores	De 50 a 249 trabajadores	De 250 o más trabajadores
% de empresas que analizaron Big Data	6,91%	14,54%	25,59%
% de empresas que analizaron Big Data por tipo de fuente: datos de la propia empresa con sensores o dispositivos inteligentes	16,71%	51,56%	61,86%
% de empresas que analizaron Big Data por tipo de fuente: datos generados por medios sociales	51,49%	46,71%	44,65%

Elaboración propia a partir de datos del INE, 2021

En esta tabla se plasma el porcentaje de empresas que han utilizado el Big Data para la gestión y análisis de datos, lo que ayudará a tomar decisiones de suma importancia para el desarrollo de cultivos. Los datos que se recogen, su integración y posterior cruce con otra información relevante son el multiplicador de la utilidad y beneficio de las tecnologías digitales. Esto ayudará a tomar decisiones de suma importancia para el desarrollo de cultivos, maximizar la utilización de los recursos. El análisis de estos datos facilitará la planificación de futuras oportunidades de negocio y la gestión transversal de los aspectos agronómicos, que tendrán su reflejo en el incremento de la rentabilidad de las empresas agrícolas. (Pérez, 2022: 77)

Este nuevo modelo aún está en crecimiento y poco a poco se va introduciendo en el sector agroalimentario, en el que un 6,91% de pequeñas empresas (de 10 a 49 trabajadores) han utilizado el Big Data, las medianas empresas un 14,54% y las grandes empresas obtienen el mayor porcentaje superando en 10 a las medianas con un total del 25,59%. Esta escalada del número de empresas que realizan el análisis Big Data, que aumenta en relación con el tamaño de cada una, indica que su implementación es más factible y productiva en las grandes organizaciones, debido a su gran poder económico y a la mayor cantidad de datos que manejan con respecto a otras empresas de menor tamaño como las pequeñas de entre 10 y 49 trabajadores. Dentro de estos porcentajes que marcan el número de empresas que utilizan el big data, se analizan los dos tipos de fuente más utilizados:

Por un lado, se encuentran los porcentajes de las organizaciones que han utilizado datos de la propia empresa con sensores o dispositivos inteligentes. Las pequeñas empresas cuentan con un 16,71%, las medianas alcanzan el 51,56% y las grandes superan a las anteriores hasta el 61,86%. De esta manera, este tipo de fuente es el más utilizado entre las empresas de 250 o más trabajadores.

Por otro lado, se encuentran los porcentajes de las empresas que han utilizado datos generados por medios sociales. Las pequeñas empresas son, en este caso, las que más utilizan este tipo de fuente a la hora de analizar el big data con un 51,49%, mientras que las medianas alcanzan el 46,71% y las grandes cuentan con un 44,65%.

3.2.2.- Inteligencia Artificial

Tabla 8.- La IA en el sector agroalimentario

	De 10 a 49 trabajadores	De 50 a 249 trabajadores	De 250 o más trabajadores
% empresas que emplean tecnologías de Inteligencia Artificial (IA)	3,91%	12,14%	42,43%
% empresas que han considerado adquirir alguna tecnología de Inteligencia Artificial	2,43%	8,82%	8,96%

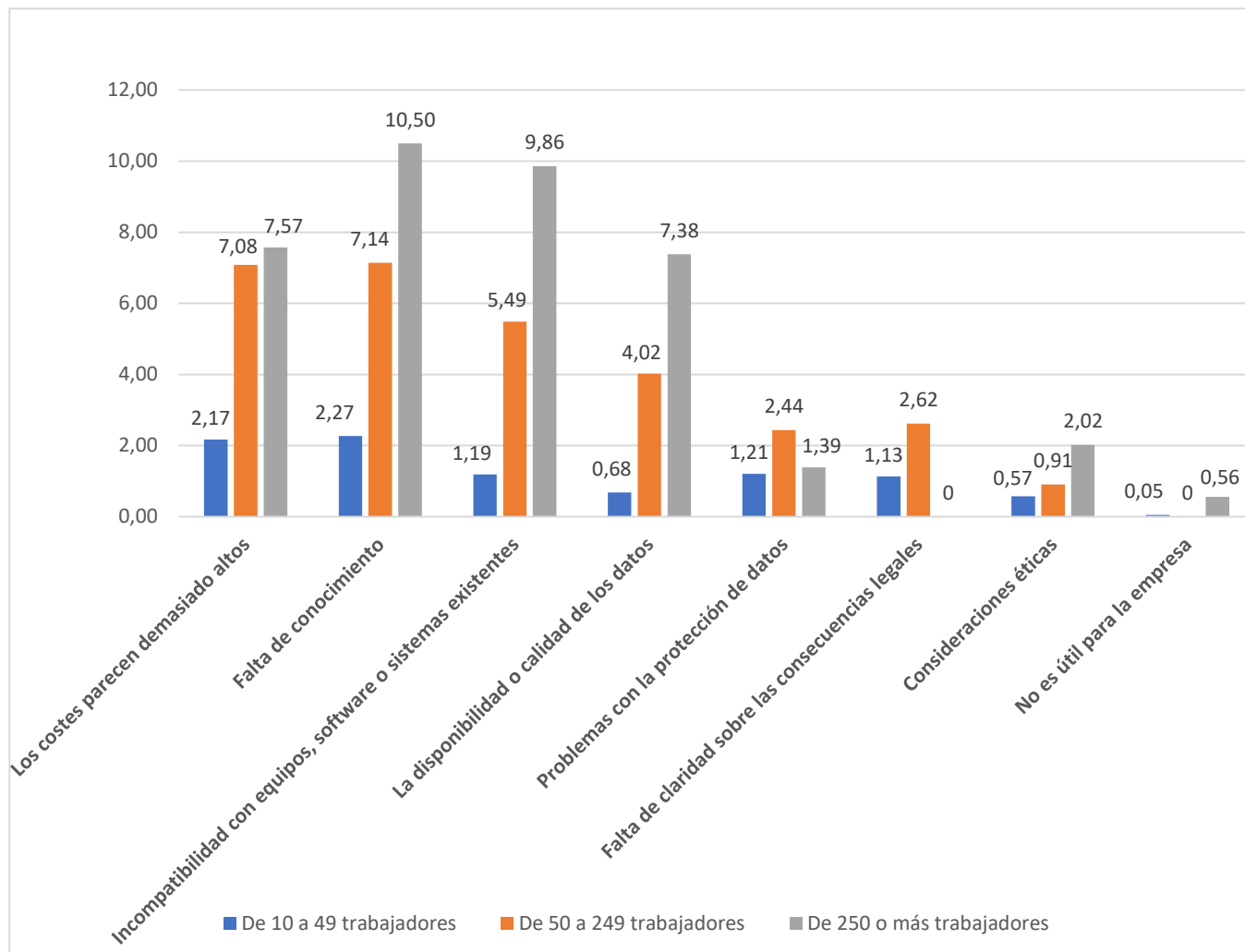
Elaboración propia a partir de datos del INE, 2021

La Inteligencia Artificial está cambiando los procesos productivos que anteriormente se utilizaban, haciéndolos más productivos y aportando nuevas capacidades como puede ser la clasificación de materias primas o productos (por tamaño, color...) o la mejora de la gestión y control de las cadenas de suministro. Para encontrar su uso en empresas que se dedican al sector agroalimentario es necesario fijarse en las grandes, ya que éstas suelen mover mayores cantidades de productos en sus procesos productivos. Así lo reflejan los datos obtenidos en el INE. El 42,43% de las grandes empresas emplean tecnologías de Inteligencia Artificial, casi cuatro veces más que las medianas (12,14%). En comparación, las pequeñas empresas que lo implementan no llegan ni al 4% de su total.

Por otro lado, en cuanto al porcentaje de las empresas que han considerado adquirir alguna tecnología de Inteligencia Artificial, tanto las grandes como las medianas rondan el mismo porcentaje, acercándose al 9%, mientras que las pequeñas se quedan en 2,43%

A continuación, se verá la otra cara de la moneda en una gráfica que representa, en forma de porcentajes, los motivos por los cuales las empresas no han usado la IA:

Gráfico 1.- Causas por las que las empresas no aplican la IA



Elaboración propia a partir de datos del INE, 2021

La Inteligencia Artificial es un avance que se ha introducido en muchas empresas e implementado en diversos procesos dentro de ellas, pero existen una serie de razones por las cuales no se aplican en todas las empresas. Entre todas esas causas, señaladas en el gráfico anterior, destacamos tres: Los

costes parecen demasiado altos, falta de conocimiento y la existencia de incompatibilidad con equipos, software o sistemas existentes.

La falta de conocimiento es el factor con mayor porcentaje por el cual las empresas no aplican la IA, siendo en las grandes empresas un 10,5%; un 7,14% en las medianas y un 2,27% en las pequeñas. Llama la atención que el desconocimiento sea la principal causa que se extiende por un mayor número de empresas estando en una época donde la información y la facilidad a la hora de encontrarla están a la orden del día.

También, la percepción de que los costes de implementación de esta tecnología son demasiado altos hace que las empresas se echen atrás, siendo en las grandes empresas un 7,57%, en las medianas un 7% y en las pequeñas alrededor del 2%.

Otro de los problemas que se plantean son la incompatibilidad con equipos, software o los diferentes sistemas existentes que ya utilizan en sus procesos y que impiden que la IA pueda funcionar correctamente. Esto en ocasiones puede llegar a ser un problema de I+D+I, y es por ello por lo que hay que ser conscientes de que las tecnologías de la Industria 4.0 deben introducirse correctamente y estar en armonía con la sinergia ya creada anteriormente en los procesos y mejorarla.

3.2.3.- Internet de las cosas (IoT)

Tabla 9.- El IoT en el sector agroalimentario

	De 10 a 49 trabajadores	De 50 a 249 trabajadores	De 250 o más trabajadores
% de empresas que utilizaron dispositivos interconectados que puedan ser monitorizados o controlados remotamente a través de Internet (IoT)	21,7%	39,39%	53,95%
% de empresas que emplean IoT para gestión del consumo de energía	30,6%	47,91%	70,3%
% de empresas que emplean IoT para seguridad de las instalaciones	79,16%	78,72%	74,83%

Elaboración propia a partir de datos del INE, 2021

El Internet de las cosas ayuda a mejorar y optimizar la gestión y rentabilidad de las entidades que trabajan en la cadena de suministro del sector agroalimentario. Esta tecnología ha aumentado en el último trimestre de 2021. En las pequeñas empresas se utiliza en el 21,7% de ellas, en las medianas llega al 39% y en las grandes empresas de 250 o más trabajadores cuenta con un 54%.

Dentro de estos porcentajes que marcan el número de empresas que utilizan el internet de las cosas (IoT), se analizan los dos casos en los que se utiliza el IoT en mayor medida:

Por un lado, se encuentran los porcentajes que marcan las empresas que han empleado el IoT para gestionar el consumo de energía, donde las pequeñas empresas cuentan con un 30,6%, las medianas con un 47,91% y las grandes superan con creces a las anteriores con un 70,3%.

Por otro lado, se encuentran los porcentajes de empresas que han empleado el IoT para la seguridad de las instalaciones, siendo en todos los casos muy parejo. En las pequeñas empresas se encuentra el mayor porcentaje alcanzando casi un 80% (79,16%), le siguen las medianas de entre 50 a 349 trabajadores con el 78,72% y por último se encuentran las grandes empresas, llegando al 74,83%.

3.2.4.- Ciberseguridad

Tabla 10.- La ciberseguridad en el sector agroalimentario

	De 10 a 49 trabajadores	De 50 a 249 trabajadores	De 250 o más trabajadores
% de empresas con alguna medida de seguridad TIC	89,38%	95,03%	97,24%
% de empresas que mantienen el software actualizado	95,9%	99,3%	98,18%
% de empresas con copia de seguridad de datos en una ubicación separada	87,47%	94,96%	93,75%

Elaboración propia a partir de datos del INE, 2021

En esta tabla se dan los datos de las empresas que utilizan alguna medida de ciberseguridad. Los porcentajes son muy elevados en todos los tipos de empresas, haciendo ver la importancia de este componente de la industria 4.0.

El número de grandes empresas que lo utilizan asciende al 97,24%, las medianas al 95,03% y las pequeñas de entre 10 a 49 trabajadores llegan al 89,38%.

Dentro de estos porcentajes se analizan las dos medidas de seguridad que son más utilizadas entre las empresas:

Por un lado, el porcentaje de las empresas que mantienen el software actualizado es muy elevado en todos los tipos de organización, todas ellas entre el 95% y 100%. En las pequeñas empresas alcanza el 95,9%, en las medianas el 99,3% y en las grande el 98,18%.

Por otro lado, el porcentaje de las empresas que utilizan una copia de seguridad de datos en una ubicación separada ronda entre el 85% y el 95% en todos los tipos de empresas. En las pequeñas es el 87,47%, las medianas un 94,96% y las grandes cuentan con el 93,75%

3.2.5.-Cloud Computing

Tabla 11.- El cloud computing en el sector agroalimentario

	De 10 a 49 trabajadores	De 50 a 249 trabajadores	De 250 o más trabajadores
% de empresas que compran algún servicio de cloud computing usado a través de Internet	19,6%	46,36%	72,04%
% de empresas que compran servicios de E-mail	77,98%	85,08%	89,7%
% de empresas que compran almacenamiento de ficheros	66,66%	81,83%	74,29%

Elaboración propia a partir de datos del INE, 2021

El Cloud Computing permite el acceso a distintos datos desde cualquier lugar, necesitando solo un navegador web y conexión a Internet para manejar los servicios de la nube. Además, se añade la capacidad que aporta al usuario al disponer automáticamente de las distintas necesidades de recursos (Sandetel, 2012: 11).

Así, las empresas de mayor tamaño son las que ostentan los porcentajes de más cantidad de empresas que compran algún servicio de cloud computing, siendo un 72% en el caso de las grandes. El porcentaje empieza a bajar hasta llegar a un 46,36% en las medianas y finalmente un 19,6% en las pequeñas de entre 10 a 49 trabajadores.

Dentro de estos porcentajes, se analizan los dos modos más utilizados entre las empresas:

Por un lado, el porcentaje de empresas que compran servicios de E-mail es el más usado en todas las empresas. El número de grandes empresas que lo aplican alcanza el 89,7%, seguido de las medianas con un 85,08% y siendo un 77,98% en las pequeñas empresas.

Por otro lado, el porcentaje de empresas que compran almacenamiento de ficheros es más alto en las medianas, alcanzando el 81,83%, seguido de las grandes con un 74,29%, mientras que las pequeñas empresas solo alcanzan el 66,66%

3.3.- Teletrabajo implementado en las empresas.

En este apartado se analizará la utilización del teletrabajo en las empresas de 10 o más trabajadores a nivel nacional y su implementación en el sector agroalimentario.

3.3.1.- Teletrabajo en empresas nacionales en el primer trimestre de 2021

Tabla 12.- Teletrabajo en empresas nacionales

	Total	De 10 a 49 trabajadores	De 50 a 249 trabajadores	De 250 o más trabajadores
Empresas que permiten el teletrabajo	50,6%	46%	72%	85,5%
Empresas con más empleados en teletrabajo debido al COVID-19	44,4%	39,4%	68,1%	83,5%
Empresas que permiten el teletrabajo únicamente por COVID-19	31,8%	29%	45,8%	49,5%
Empleados que teletrabajan semanalmente	29,5%	20,1%	29,2%	35,2%

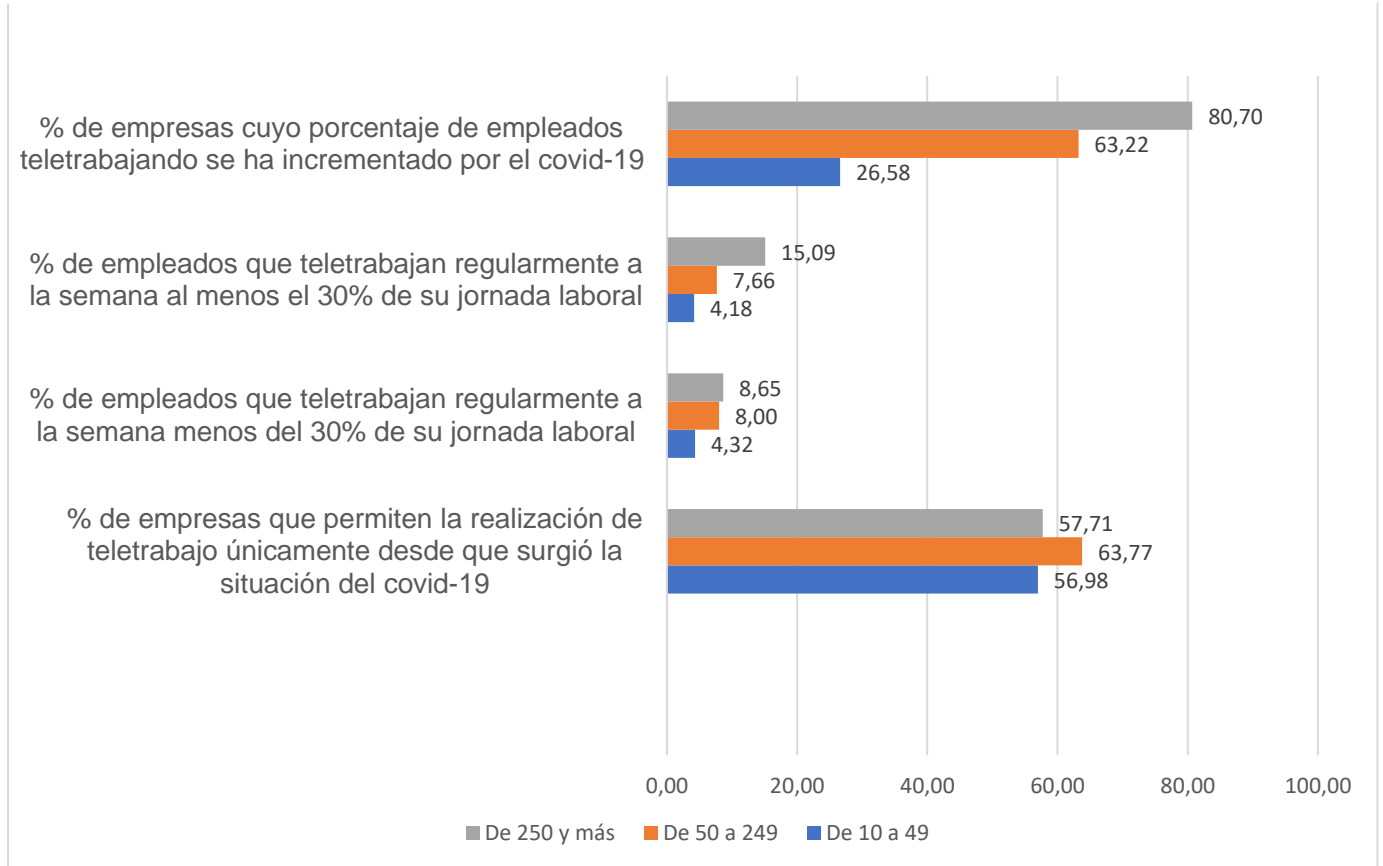
Elaboración propia a partir de datos del INE, 2021

La mitad de las empresas de 10 o más empleados permitieron el teletrabajo en el primer trimestre de 2021, lo que implica que se han desarrollado nuevas tecnologías para poder permitir al trabajador realizar sus tareas desde su domicilio. Esto se debe en gran parte a la Industria 4.0 que ha revolucionado la manera en que se introducen los modelos de trabajo más avanzados que una empresa puede adquirir.

El 44,4% de las empresas señala que con motivo de la pandemia de la COVID-19 han incrementado el número de empleados con teletrabajo que anteriormente había. Por su parte, el 31,8% de las empresas que antes no utilizaban esta modalidad laboral, han comenzado a permitirlo de forma masiva, alcanzando casi el 50% de los trabajadores en empresas de más de 250 empleados. Todo esto indica el auge que ha tenido el teletrabajo a consecuencia de la pandemia de la covid-19, reconvirtiendo el modo de trabajar presencial que antes predominaba en las empresas a uno que mira más a lo virtual. No significa que se deje de hacer un seguimiento al trabajo que se desempeña en el domicilio de cada empleado o que baje su rendimiento; al contrario, de esta manera los beneficios de la empresa aumentan, aunque a largo plazo el trabajador puede no estar conforme con este nuevo modelo.

3.3.2.- Teletrabajo en empresas nacionales del sector agroalimentario en el primer trimestre de 2021.

Gráfico 2.- Teletrabajo en el sector agroalimentario 1º trimestre 2021



Elaboración propia a partir de datos del INE

El porcentaje de empresas que han incrementado el teletrabajo por el covid-19 toma unas cifras nunca antes vistas. El 80% de las grandes empresas lo han aplicado debido a la crisis sanitaria, el 63% de las medianas empresas y el 26% de las pequeñas también han hecho uso de esta modalidad de trabajo.

En cuanto al porcentaje de empleados que teletrabajan regularmente a la semana al menos el 30% de su jornada laboral no es muy alto en el conjunto de las empresas dedicadas al sector agroalimentario, siendo en las grandes empresas el 15%, en las medianas alcanza la mitad respecto al anterior (7,66%) y en las pequeñas escasamente cuenta el 4%.

De la misma manera el porcentaje de empleados que teletrabajan regularmente a la semana menos del 30% de su jornada laboral es bastante bajo, alcanzando en las grandes y medianas empresas prácticamente la misma puntuación (8,65% y 8% respectivamente), y las pequeñas empresas de entre 10 y 49 trabajadores cuentan con el menor porcentaje siendo este un 4,32.

El porcentaje de empresas que han permitido el teletrabajo a raíz de la situación del covid-19 es indicativo de la repercusión que ha tenido sobre la forma de trabajar que predominaba anteriormente, y que en gran parte ha pasado de ser presencial a telemática. Así lo demuestran los datos, siendo en las grandes empresas de 250 o más trabajadores el 57,51% el número de organizaciones que han empezado a implementar esta nueva modalidad, en las medianas empresas el 63,77% (el más alto porcentaje) y en las pequeñas un 56,98% prácticamente la misma puntuación que las grandes empresas.

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta el estudio realizado desde la teoría anteriormente citada y los datos expuestos, podemos concluir que la Industria 4.0 se ha ido imponiendo estos últimos años como un componente esencial en la industria.

Partiendo de todos estos datos, tanto de las tecnologías de la Industria 4.0 como del teletrabajo, se observa como a lo largo del último año (2021) se ha ido introduciendo todos estos elementos en el sector agroalimentario. En mayor o menor medida se han implementado tecnologías como la IA, el big data o el IoT y el teletrabajo en las empresas, que hasta hace unos años eran reticentes a utilizarlo.

Como es normal, los porcentajes más altos se encuentran en las grandes empresas que manejan mayores cantidades de datos, procesos productivos a gran escala y que mueven grandes volúmenes de capital que pueden invertir.

Todo esto ocurre poco tiempo después de la aparición del COVID, pandemia que aún sigue afectando a las empresas de todos los sectores. Esto significa que la Industria 4.0 se ha convertido en un pilar fundamental para las empresas, llegando a ser imprescindibles para poder lograr los objetivos marcados e incluso superar las expectativas. Cada vez, el mundo empresarial se está adentrando en una digitalización inevitable y necesaria para poder evolucionar y sobrevivir a las demandas del mercado.

Finalmente, en España se sigue esta corriente, que cada vez tiende más a la introducción de estas tecnologías y se intenta concienciar a los empresarios de lo que significa la Industria 4.0. Así lo vemos por ejemplo en la página web del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, que ha desarrollado un espacio exclusivo (Industria Conectada 4.0) para dar apoyo a todas aquellas organizaciones que quieran adentrarse en esta nueva revolución.

LÍNEAS FUTURAS DE ACTUACIÓN

Después de haber expuesto los datos, se van a establecer líneas futuras de actuación y mejoras en la metodología de estudio.

En primer lugar, para poder abordar con más profundidad la cuestión de estudio, sería interesante manejar datos más concretos y específicos de las empresas relacionadas con el sector agroalimentario. De este modo se podrá comparar los datos obtenidos antes y después de la introducción de la Industria 4.0 en el sector.

También sería óptimo poder realizar un estudio incluyendo nuevas tecnologías pertenecientes a la Industria 4.0, ampliando el marco de actuación y abarcando más líneas de comparación.

Por otro lado, se pueden analizar los resultados con más profundidad realizando un mayor número de distinciones en la utilización de las tecnologías estudiadas, para comprobar hasta qué punto se ha introducido la Industria 4.0 en las empresas.

Por último, sería interesante conocer la percepción que tienen los trabajadores sobre su implementación en sus puestos laborales.

BIBLIOGRAFÍA

- Basco, A. Beliz, G. Coatz, D. Garnero, P. (2018). Industria 4.0: Fabricando el Futuro. Ciudad de Buenos Aires: Inter-American Development Bank.
- Buisán, M. Valdés, F. (2017). LA INDUSTRIA CONECTADA 4.0. LA ECONOMÍA DIGITAL EN ESPAÑA, 898: pp. 89-91
- Burrus, D. (2019). La ventaja de la Industria 4.0. Recuperado el 18 de mayo del 2022, de Burrus Reserch desde: https://www-burrus-com.translate.googleusercontent.com/2019/03/the-industry-4-0-advantage/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=sc
- Chaves, J. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial. Norba. Revista de Historia, 17, pp. 93-109.
- Cuesta, H. (2017). El futuro del trabajo vs el trabajo del futuro. A CORUÑA: S.A. COLEX. EDITORIAL CONSTITUCION Y LEYES.
- Espinoza, J. (2019). 'Machine learning': ¿qué es y cómo funciona?. Recuperado el 10 de junio del 2022, de BBVA, desde: <https://www.bbva.com/es/machine-learning-que-es-y-como-funciona/>
- Fernández, J. (2018). La industria 4.0 en primera persona. Libre Pensamiento, 96, pp. 32-37.
- Flores, J. (2019). Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida. Recuperado el 10 de junio del 2022, de National Geographic, desde: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449?msclkid=530a0260c08811ecaf1a78e5bf9734ec
- G. Slater, Poverty and the State, Londres, 1930, p. 1
- García, R. (2015). Retos de la industria española en el siglo XXI: la industria 4.0. Economistas, 144, pp. 59-63.
- Gilpérez, L. (2020). España 5.0, hacia un nuevo modelo de reindustrialización: Plan integral para la reconstrucción poscovid. España: Lettera Publicaciones.

- Guerrero, M. Luque, A. Lama, J. (2018). EL NUEVO PARADIGMA DE LA INDUSTRIA 4.0 Y SU APLICACIÓN A LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA, pp. 47-53.
- Hernández, S., Sánchez, J. (2003). Las consecuencias de la tercera Revolución Industrial. Mercados y Negocios Revista de Investigación y y Análisis, 8, pp. 11-20
- Iberdrola. 'Deep learning': un concepto clave para llevar la inteligencia artificial al siguiente nivel. Recuperado el 10 de junio del 2022, de Iberdrola, desde: <https://www.iberdrola.com/innovacion/deep-learning>
- INE. (s.f). Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas. Recuperado el 16 de junio de 2022, desde: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176743&menu=resultados&idp=1254735576799
- Joyanes, L. (2020) Estado del Arte y Futuro en el Horizonte 2030: pp. 18 y 67
- Joyanes, L. (2020). Industria 4.0 La cuarta revolución industrial. Barcelona: Marcombo
- Lázaro, J. (2018). Tendencias de consumo a través de la Industria 4.0. Recuperado de 15 de junio del 2022, de Actual Fruveg. desde: <https://actualfruveg.com/2018/04/19/tendencias-consumo-industria-4-0/>
- Ministerio de industria, comercio y turismo (s.f) Industria Conectada 4.0. Recuperado el 22 de marzo de 2022, desde: <https://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx>
- Otero, S. Mata de Grossi, M. (1998). La llamada Revolución Industrial. Caracas: Universidad Catolica Andres
- Peralta-Abarca, J. Martínez-Bahena, B. Enríquez-Urbano, J. (2020). Industria 4.0. Inventio, 39, pp 2-5.
- Perego, L. (2000). Competitividad y Clusters Productivos: Juan Carlos Martínez Coll.
- Pérez, F. (2022). Digitalización y big data en el sector de los cultivos de alto valor. REVISTA TÉCNICA AGRÍCOLA, 38, p. 77

- Redacción APD. (2019). ¿Qué es un clúster empresarial y cuáles son sus objetivos?. 16 de junio del 2022, de APD Sitio web: <https://www.apd.es/que-es-un-cluster-empresarial/>
- Rifkin, J., El fin del trabajo, México, Paidós, 1996, p. 330
- Rifkin, J., La Tercera Revolución Industrial, trad. de Albino Santos Mosquera, España, Paidós, 2011, p. 397
- SANDETEL. (2012). Cloud Computing aplicado a los sectores de la agricultura, eficiencia energética, industrias culturales y turismo: p. 11
- Schwab, K (2016). La cuarta revolución industrial. España: Penguin Random House Grupo Editorial España
- Schwab, K. (2020). La Cuarta Revolución Industrial. Futuro Hoy. 1(1). pp. 6-10
- Serrano, J. Vizcaíno, D. Kalinichenko, B. (2021). Transición digital en la Industria Europea. España frente al reto industrial, 919, p 2.
- T. S. Ashton, The Industrial Revolution, 1760-1830, Londres, 1948, p.129
- Vega, R. (2004). La tercera revolución industrial. Universitas Humanística, 39(39). pp. 10-24
- Williamson, J. (2012). El desarrollo económico mundial en perspectiva histórica: cinco siglos de revoluciones industriales, globalización y desigualdad. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.