



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO.

Prevención de Riesgos Laborales en la Industria 4.0

ALUMNA: PAULA MIRA PÉREZ

TUTORA: MARIA PIEDAD LÓPEZ-ROMERO GONZÁLEZ

PALENCIA, JUNIO 2020





AGRADECIMIENTOS

A mi profesora Cuca, por su energía, dedicación y su apoyo durante toda la carrera y en especial este proyecto que nos ha unido.

A mi familia, por su constante apoyo y sus innumerables consejos por que sin ellos, sin duda, no sería la persona que soy hoy. Les estaré eternamente agradecida.

A mis queridos amigos, “los de siempre”, porque estos cuatro años se han convertido en una autentica aventura, y porque han estado conmigo en las buenas y en las malas. Y sobre todo, por haberos convertido en mi segunda familia.

A mi compañero de vida, Alejandro, por su apoyo incondicional, por saber entenderme y tener tanta paciencia. Gracias por haberme levantado en todos y cada uno de los momentos en los que pensaba que yo no podía. Sin ti, no me habría superado como lo he hecho. Gracias.



INDICE

1.INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TFG.....	6
2. LA LLEGADA DE LA INDUSTRIA 4.0 Y SU IMPACTO.....	8
2.1.-Definición de Industria 4.0.....	8
2.2.-La Nueva Revolución Industrial. Fabricas inteligentes.....	11
2.3.-Algunos ejemplos de industria 4.0 en las fábricas.....	18
2.3.1. Fabricación aditiva.....	18
2.3.2. Exoesqueletos.....	21
2.3.3 Drones.....	24
2.3.4. Robots Colaborativos.....	27
2.3.5 IOT.....	30
2.4.-La aportación de la Industria 4.0 a la prevención de riesgos laborales....	32
2.5.- La importancia de la industria 4.0 frente al COVID-19.....	33
3. RIESGOS LABORALES DERIVADOS DE LA INDUSTRIA 4.0.....	36
3.1.-Riesgos derivados de la fabricación aditiva.....	37
3.2.-Riesgos derivados del uso de exoesqueletos.....	41
3.3.- Riesgos derivados del uso de drones.....	45
3.4.- Riesgos derivados de trabajos con robots colaborativos.....	48
3.5.-Riesgos derivados de las TICS.....	55
3.5.1.- Ciberseguridad.....	55
3.5.2. El tecnoestrés.....	60
4. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES E INDUSTRIA 4.0.....	63
4.1.- Marco normativo actual.....	63
4.2.- Lagunas legales en relación a la industria 4.0.....	65
4.3.- Retos de futuro en materia preventiva en la industria 4.0.....	65
5. CONCLUSIONES.....	69
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	72
7. ANEXO DE LEGISLACIÓN.....	76
8. INDICE DE ILUSTRACIONES.....	78



RESUMEN

La 4º Revolución Industrial ya ha llegado y las fábricas inteligentes están aquí para quedarse, explotando cada vez más su potencial. En esta nueva realidad en la que nos encontramos, las empresas han ido evolucionando cada vez más, dejando muchas veces de lado uno de los aspectos más importantes: la Prevención de Riesgos Laborales. Es por ello por lo que, a lo largo del presente estudio, trataremos de analizar la industria 4.0 desde este punto de vista.

Por consiguiente, vamos a explicar cómo a los riesgos conocidos se han ido sumado otros nuevos y necesarios de identificar. Además, reflexionaremos sobre cómo esta disciplina, junto con el desarrollo normativo, no ha sabido sincronizarse con la rápida evolución de las nuevas tecnologías.

Para ser capaces de enfrentarnos a este nuevo paradigma, llegaremos a la conclusión de la necesaria renovación del conjunto normativo existente relativo a la Prevención de Riesgos Laborales.

ABSTRACT

The 4th Industrial Revolution has already arrived and smart factories are here to stay, increasingly exploiting their potential. In this new reality that we are in, companies have developed more and more, often leaving aside one of the most important aspects: the Prevention of Occupational Risks. That is why, throughout this study, we will try to analyze industry 4.0 from this point of view.

For example, we will explain how new and necessary to identify risks have been added to the known risks. In addition, we will reflect on how this discipline, along with regulatory development, has failed to synchronize with the rapid evolution of new technologies.

To be able to face this new paradigm, we will come to the conclusion of the necessary renewal of the existing normative set relating to the Prevention of Occupational Risks.

Palabras clave.

Industria 4.0, prevención, normativa, riesgo laboral, transformación digital.

Key words.

Industry 4.0, prevention, regulations, occupational risk, digital transformation.



ABREVIATURAS

AA. PP	Administraciones Públicas
CE	Constitución Española
CEA	Confederación de Empresarios Andaluces
INRS	Institut national de recherche et Bde sécurité
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
INSST	Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
IoT	Internet of Things (Internet de las cosas)
LPRL	Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
OIT	Organización Internacional de Trabajo
RAE	Real Academia Española
RAN	Áreas de comunicación de robot
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
OMS	Organización Mundial de Salud



1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TFG.

Nuestra Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales¹ (en adelante LPRL) y su normativa de desarrollo, tienen como objetivo principal, el de promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo, es por ello por lo que en ella se recogen las obligaciones que los empresarios deben cumplir para conseguirlo. El problema radica en el momento en el que se publica dicha normativa, ya que la situación económica y social es muy diferente a la actual. Por lo que se refiere a la industria, esta ha evolucionado mucho desde entonces, lo que hace que nos encontremos con realidades diferentes a las de los años 90 y posteriores. Los avances nos han llevado a un nuevo paradigma industrial, del cual desconocemos muchas cosas, entre ellas la repercusión que pueda tener en la salud y seguridad de los trabajadores.

Con la llegada de la Cuarta Revolución Industrial, las fábricas están sufriendo un profundo cambio, y lejos de conformarnos con la automatización, ahora se trata de que las máquinas se organicen por sí solas, de tal manera que se genera un estrecho vínculo entre los equipos físicos y el mundo virtual. Esto supone un nuevo y difícil reto para la prevención de riesgos laborales, ya que, a los riesgos conocidos, se suman ahora nuevos riesgos, y otros que emergerán y que serán difíciles de identificar. He tenido la suerte de poder hacer mis prácticas universitarias en una gran empresa, en la cual me he podido dar cuenta de esta realidad. Lo que hasta hace 4 años pensábamos que eran fábricas modernas, hoy en día no sólo son eso, sino que también son fábricas inteligentes. En esta parte del trabajo haremos una breve referencia a la importancia que ha tenido la industria 4.0 en la lucha contra el COVID-19, virus que ha provocado una pandemia a nivel mundial.

A lo largo de mi carrera, he podido estudiar esta disciplina y me he dado cuenta de la importancia que tiene. Cuando me incorporé a la empresa para hacer las prácticas, comprobé que no se planteaban dificultades a la hora de aplicar la normativa de prevención de riesgos laborales a riesgos conocidos, pero me encontré frente a problemas que iban más allá y para los que me resultaba difícil encontrar una solución. Me empecé a preguntar si nuestra ley de prevención de riesgos laborales y

¹ BOE núm. 269, de 10 de noviembre de 1995



su normativa de desarrollo, estarían a la altura de la industria actual, y llegué a la conclusión de que la Industria 4.0 ha ido evolucionando más rápido que la normativa de prevención de riesgos laborales. Hoy en día, han aparecido nuevos problemas de salud y seguridad en el trabajo en las empresas, de los que no se hablaba hace unos años.

Por ello, el presente TFG, tiene como objetivo principal el de conocer y comprender las nuevas necesidades en materia preventiva en la industria 4.0, así como su complejidad actual. Nos acercaremos un poco más a esta nueva tipología de industria, para analizar los diferentes riesgos que han ido surgiendo y vinculándolos a las distintas disciplinas de la prevención de riesgos laborales. Por último, tras analizar la normativa actual, y las lagunas que existen en materia preventiva, respecto a situaciones que se dan en la nueva industria, plantearemos los retos de futuro.

En este Trabajo Fin de Grado se desarrollan el conjunto completo de competencias, tanto genéricas como específicas, propias del Título, a través de la puesta en práctica de la formación previa adquirida. Es, en definitiva, el colofón de los estudios del Grado en Relaciones Laborales y Recursos Humanos y se ha realizado conforme a las directrices fijadas en el Reglamento sobre la elaboración y evaluación del Trabajo de Fin de Grado aprobado por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Valladolid celebrado el día 18 de enero de 2012, y modificado el 27 de marzo de 2013



2. LA LLEGADA DE LA INDUSTRIA 4.0 Y SU IMPACTO

2.1. DEFINICIÓN DE INDUSTRIA 4.0.

Antes de dar una definición de Industria 4.0, que se ajuste lo máximo posible a la realidad actual, es necesario establecer una breve cronología, que nos permita entender como hemos llegado al nuevo modelo de fábrica. Como se puede comprobar en el siguiente esquema, han sido 3 Revoluciones Industriales las precursoras.

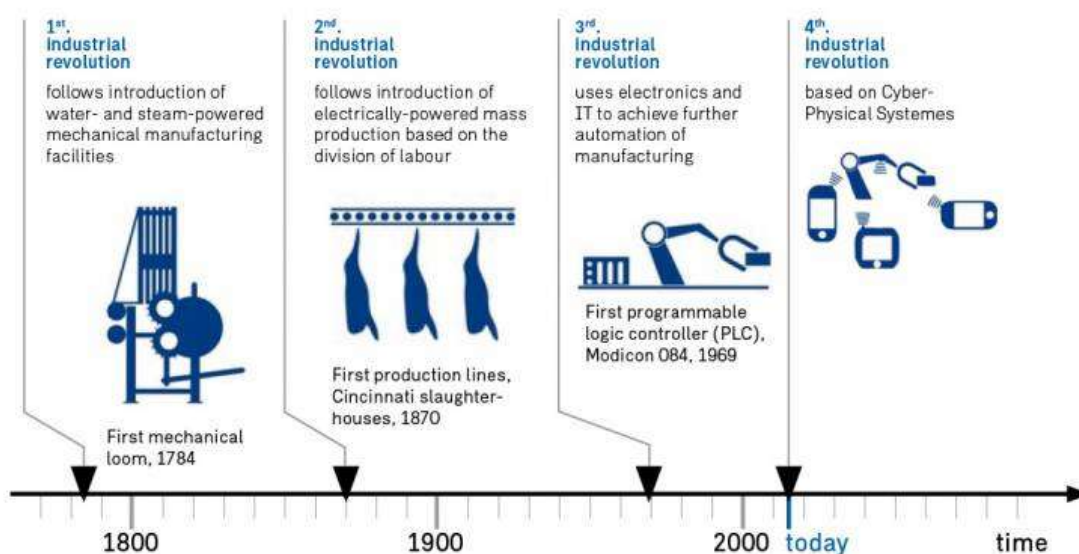


Ilustración 1: Cronología de las Revoluciones Industriales. Fuente: DFKI (2011)

La Primera Revolución Industrial, que tuvo a Inglaterra como protagonista, se sitúa entre los siglos XVIII y XIX, aunque hubo diferencia de fechas con el resto de países (Chaves Palacios, 2004). En ese tiempo, se pasó de un sistema económico agrario y artesanal, a un sistema liderado por la industria. Uno de los grandes hitos de este periodo, fue la creación de la máquina de vapor, que fue considerada el primer motor de la industria. Además, destaca la mecanización y explotación del sector textil. En definitiva y como han manifestado muchos autores, constituyó un nuevo punto de partida en la historia de la humanidad (Mokir, 1987). En palabras de Van Der Laat, Ulloa (1991) *“el vínculo entre ciencia y técnica prácticamente no existía antes de la revolución industrial, sin embargo, a partir de ésta y a raíz del análisis teórico de la máquina de vapor, se nota fundamentalmente la repercusión de la técnica en la ciencia.”*



Como podemos ver en la ilustración 1, la Segunda Revolución Industrial, se sitúa entre finales del siglo XIX y finales del siglo XX. En este tiempo, se produjeron muchos cambios tecnológicos, ya que aparecieron nuevos materiales, nuevas fuentes de energía, y nuevas formas de comunicación y de transporte, que beneficiaron a todos los sectores económicos y a la sociedad en general. En concreto, y como señala Maluquer de Motes (1992) *“suele utilizarse la expresión de "segunda revolución industrial" para subrayar la importancia del fenómeno de la electrificación y los cambios estructurales asociados a ella. La misma industria de producción y distribución de electricidad habría de adquirir dimensiones gigantescas, influyendo de diversas formas sobre el proceso productivo como también sobre el conjunto de las actividades económicas de todos los países del mundo”*. En este periodo, comenzó el desarrollo fabril y se creó, en 1871, la primera central eléctrica de uso comercial o el desarrollo del primer automóvil de combustión y la producción en masa hizo que se comenzara a hablar de una sociedad de consumo.

Tal y como señala Lastra (2017), *“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”*. Se basa en la transición hacia las energías renovables, en el uso de la tecnología de internet y en la transición hacia los vehículos de motor eléctrico. En esta revolución predominan las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la descentralización de la producción y la utilización de nuevas fuentes de energía, especialmente las renovables. La aparición de estas nuevas tecnologías modificó, sin duda, la forma de hacer las cosas, pero también supuso una modificación de las formas de trabajo y del comportamiento humano en general.

Aunque no existe una definición concreta de Industria 4.0, sabemos que esta integra a su vez aspectos como; la transformación digital, interconectividad o digitalización. No obstante, como puso de manifiesto en Label Group (2016), Wolfan Dorst, director del área de Industria 4.0 de la asociación digital Bitkom e.V –la, patronal alemana del sector tecnológico-, recopiló 134 definiciones distintas para explicar este fenómeno, por ello podemos afirmar, que existe una enorme dificultad para dar una definición única y cerrada de la Industria 4.0.



Tal y como se señala por Germany Trade and Invest (2014), el primer concepto de Industria 4.0, lo dio el Gobierno Federal de Alemania para el Comercio Exterior e Inversiones, que la definió, como la evolución tecnológica que está emergiendo en la actualidad, desde sistemas embebidos hasta sistemas ciber-físicos, y que va a estar liderada por el Internet de las Cosas, los datos y los servicios. Los productos pasan a comunicarse con las máquinas, y los procesos y las decisiones se descentralizan, con la interacción entre el mundo real y el virtual (i-SCOOP, 2019).

En este contexto, se han ido elaborando definiciones que giran en torno a los aspectos clave de esta industria. Así, por ejemplo, Verónica Tapia (2014), recuerda que *“la expresión Industria 4.0, fue acuñada en Alemania en el año 2011 para describir a la fábrica inteligente, una perspectiva de la fabricación informatizada con todos los procesos interconectados por medio del Internet de las Cosas (IOT).”*

Por otra parte, Joyanes Aguilar (2017), pone de manifiesto, que la industria 4.0 es un término alemán, que describe la *“digitalización de sistemas y procesos industriales, y su interconexión mediante Internet de las cosas para conseguir llegar a una nueva visión de la fábrica del futuro o fábrica inteligente.”*

De esta manera, si queremos dar una definición lo más sencilla y más correcta posible, en ella debe integrarse la idea de transformación digital, ligada al empleo masivo de las nuevas tecnologías. Por lo tanto, podemos definir la Industria 4.0, como un fenómeno de transformación digital en la industria que lleva consigo la aplicación e implantación de una serie de tecnologías a lo largo de todos y cada uno de los procesos productivos. Esta aplicación, se realiza a través de la cadena de valor de la fábrica, de tal manera que esta red tecnológica, permita que todas las máquinas y sistemas puedan colaborar entre sí, generando un estrecho vínculo entre los equipos físicos y el mundo virtual. El objetivo de esta implementación es que los procesos sean más eficientes y flexibles.



2.2. LA NUEVA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL. FABRICAS INTELIGENTES.

Lejos aún de tratarse de una realidad ya consolidada, lo cierto es que, la nueva Revolución Industrial, se hace notar en la mayoría de las empresas de los diferentes sectores que constituyen la economía de un país. Como hemos avanzado antes, la principal característica de la 4º Revolución Industrial es la transformación digital de las empresas, que se basa en un proceso continuo, mediante el cual las organizaciones o empresas emprenden una reconversión y reorganización de sus distintos procesos de trabajo y estrategias, en vistas a obtener una mayor rentabilidad y beneficio, empleando la digitalización e implementando las distintas nuevas tecnologías. Esta transformación digital, tiene como objetivo optimizar la forma de trabajo de la empresa y de sus empleados, mejorando la respuesta frente a un mercado hostil y cambiante. Los grandes objetivos de la 4º Revolución industrial van a ser, por lo tanto, llegar a consolidar una industria basada en la conectividad, flexibilidad, descentralización, predicción y transparencia.

En este sentido, nos encontramos ante una profunda implantación de procesos o sistemas inteligentes. Esta aplicación integral de la inteligencia, conocida como “smartización” en los procesos, surge de ligar la instrumentación digital con softwares avanzados a lo largo del conjunto de las instalaciones, y de la cadena de valor de la empresa. Esto ha transformado completamente a la industria, ya que no sólo se trata de una industria automatizada si no que se ha convertido en una auténtica una fábrica inteligente.

Las fábricas inteligentes, constituyen una característica clave de Industria 4.0. Estos nuevos tipos de fábricas son capaces de gestionar la complejidad, son menos propensas a las interrupciones y pueden fabricar productos de manera más eficiente. En este nuevo modelo, los seres humanos, las máquinas y los recursos se comunican entre ellos “*como en una red social*” Kagermann, Wahlster y Helbig (2013). En dicha red, cada uno de los componentes de la cadena de valor conocen perfectamente su cometido. Los productos ahora van a ser inteligentes y conocen los detalles de su fabricación y cómo se pretenden utilizar. Estos, apoyan activamente el proceso de fabricación, incluyendo parámetros sobre cuando se hicieron, los procesamientos



adecuados o donde tienen que ser entregados. De esta manera se relacionan de manera inteligente en todos sus sentidos, movilidad, logística y redes inteligentes.

Las fábricas inteligentes posibilitan que la creciente complejidad de los procesos de fabricación sea manejable para las personas y garantiza que la producción pueda ser simultáneamente atractiva, sostenible en un entorno urbano y rentable. Aunque aún queda mucho camino por delante, no van a tener estructuras de fabricación fijas ni predefinidas. En cambio, se pueden ir adaptando para cada caso, a partir de un conjunto de reglas de configuración de TICS, que se pueden utilizar de manera específica para cada situación y así crear una estructura más flexible y eficiente.

Además, en esta línea, las fábricas inteligentes, introducen en sus procesos, herramientas tecnológicas que automatizan las tareas, conectando etapas y actualizando información de forma constante reduciendo así tiempos y costes asociado. Por este motivo se trata de fábricas que han eliminado procesos que no tienen valor añadido y que son capaces de autodiagnosticarse y reaccionar de manera flexible, eliminando errores humanos, sustituyendo tareas sin valor añadido por cosas automáticas, y siguiendo fielmente los errores. Ello va a permitir que en los procesos posteriores se puedan resolver los errores de manera automática, pudiendo asegurar la trazabilidad de los productos de manera continua.

Las fábricas inteligentes, para garantizar el logro de los objetivos de la 4^o Revolución Industrial; es decir, conectividad, flexibilidad, descentralización, predicción y transparencia, tienen que ser capaces de reducir los tamaños de las series y adaptarlas a la demanda de cada momento. De esta manera, la propia industria va a ser capaz de “escuchar y entender” las necesidades del mercado, pudiendo incluso anticiparse a ellas.

Para hacer esto posible, la Industria 4.0 se basa en una serie de tecnologías digitales que permiten la “hibridación entre el mundo físico y el digital”. Estos sistemas, constituyen una nueva generación de TICs. Una generación, que se caracteriza por el estrecho vínculo de los dispositivos inteligentes, que son capaces de comunicarse e interactuar entre ellos y con las personas físicas del trabajo. Junto con internet y los datos y servicios disponibles online, los diferentes sistemas empotrados, se unen para formar sistemas ciber-físicos. Para que la fábrica inteligente sea posible, es



necesario la aplicación de una serie de tecnologías que permiten esta colaboración y fusión entre realidad y mundo digital.

La Industria 4.0 y las fábricas inteligentes, van a estar soportadas en cuatro grandes pilares, el Internet de las Cosas, la nube, el Big Data y la ciberseguridad. Pero, realmente son nueve, las grandes tecnologías que han consolidado la Industria 4.0, de tal manera que, *“las cadenas de valor se transformarán en un flujo completamente integrado, automatizado y optimizado que mejorará la eficiencia y cambiará la relación tradicional entre proveedores, productores y clientes, así como entre personas y máquinas”* (Blanco, Fontrodona, Poveda, 2011).

EXHIBIT 1 | Nine Technologies Are Transforming Industrial Production



Source: BCG.

Ilustración 2-Fuente: Ruessmann - BCG (2015)

✓ **Internet de las cosas.**

En primer lugar, vamos a referirnos, al IoT (el internet de las cosas), esto se refiere a la conexión de objetos tecnológicos o que sean electrónicos, a Internet. Con la IoT, cada vez más dispositivos disponen de elementos de procesamiento que están interconectados de forma que pueden interaccionar entre ellos. En este sentido, la



intercomunicación va a permitir un proceso más rápido de toma de decisiones en los procesos de fabricación.

El IoT cobra una gran importancia, porque es la primera evolución real de Internet, en este sentido se ha dado un gran salto, que ha dado lugar a la creación de aplicaciones revolucionarias, que tienen el potencial de mejorar significativamente la manera de vivir, aprender, trabajar y entretenerse en todo el mundo.

Esta idea, supone que las empresas, manejan y manejarán grandes cantidades de información que requieren de una serie de redes globales, incorporadas a sus propias máquinas, de tal manera que, se crean, como hemos dicho antes, sistemas ciber-físicos, que permiten que los dispositivos puedan entre ellos mismos y con los controladores comunicarse e interactuar, además de descentralizar el análisis y la toma de decisiones, y así conseguir la reducción de los tiempos de respuesta, pudiéndose establecer flujos de información y de respuesta en tiempo real.

✓ La nube.

Otra de las tecnologías base, de este nuevo modelo de fábrica, es la Nube, definida por el National Institute of Standards and Technology (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología) que es una *“tecnología que permite el acceso ubicuo, adaptado y bajo demanda en red a un conjunto compartido de recursos de computación, que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con un esfuerzo de gestión reducido o interacción mínima con el proveedor del servicio.”* (Rodríguez Vidales, 2015). Para entenderlo mejor, esto quiere decir que, las nuevas tareas de producción suponen un continuo e inmenso intercambio de datos. La Nube, un sitio abstracto de almacenamiento de datos, se utiliza cada más, para dar soporte a esta multitud de datos generados por sensores y dispositivos integrados en toda la cadena de la empresa. Esto permite que mejore el tiempo de reacción, a apenas algunos milisegundos.

✓ Análisis de Datos (Big Data).

Como ya señalamos con anterioridad, en las industrias actuales, la cantidad de datos que se manejan es inmensa, debido a un gran crecimiento de los productos y sistemas inteligentes. *“Big data and analytics: consiste en el análisis de conjuntos de datos que, por su volumen, su naturaleza y la velocidad a que tienen que ser*



procesadas, ultrapasan la capacidad de los sistemas informáticos habituales” (Blanco, Fontrodona , Poveda, 2011).

Por ello, con el Big Data estos datos podrán ser analizados de manera eficiente. Con la tecnología de Big Data, las empresas pueden ofrecer mejores productos y desarrollar excelentes relaciones con sus clientes, además de analizar de manera más exacta los procesos y descubrir ineficiencias e incluso predecir problemas futuros.

✓ **Ciberseguridad.**

En consecuencia, y como resultado de los apartados anteriores, la ciberseguridad constituye un punto clave en este nuevo modelo de industria. El aumento de la conectividad va a incrementar de manera drástica la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de producción, contra las amenazas informáticas. También, hay que mejorar la protección de la propiedad intelectual, los datos personales y la privacidad.

La ciberseguridad, es un aspecto de la industria 4.0 de vital importancia. Joyanes Aguilar (2017), apoyándose en el informe Anual de Seguridad Nacional de 2014, publicado por el Departamento de Seguridad Nacional, con la participación de otros organismos públicos, destacó varios tipos de ataques a los sistemas de información, como, el ciberespionaje, la ciberdelincuencia, el ciberterrorismo, como instrumento facilitador de sus actividades, o bien como objeto de su acción para la comisión de actividades terroristas , el hacktivismo que engloba aquellos ataques dirigidos por grupos movidos por una determinada ideología y que tienden a atacar la seguridad de los sistemas y la información y la ciberguerra, que engloba operaciones militares y aquellas otras orientadas a negar, modificar, llevar a engaño o destruir las capacidades propias residentes en los sistemas de información y telecomunicaciones que afecten a la defensa nacional».

La ciberseguridad es uno de los aspectos clave de la Industria 4.0 y que tendrá mucho que ver en este TFG, ya que es un nuevo paradigma en la Prevención de Riesgos Laborales, convirtiéndose en un claro mecanismo de protección de la seguridad de los trabajadores, es por ello por lo que hablaremos más de ella a lo largo del trabajo.



✓ **Fabricación Aditiva.**

Este modelo de fabricación incluye entre otras, a la impresión 3D, que es una tecnología que abre horizontes a empresas de todo tipo, desde hospitales a industrias automovilísticas, esta nueva forma de impresión hace referencia a la producción de objetos tridimensionales a partir de modelos virtuales, permitiendo la creación rápida de prototipos y una fabricación altamente descentralizada, de tal manera que se puedan reducir los intermediarios. Este nuevo modelo de fabricación, va a permitir la producción de lotes más pequeños y productos personalizados lo que también va a llevar consigo la reducción de las materias primas, stocks y como hemos dicho intermediarios y por lo tanto distancias de transporte.

✓ **Realidad Aumentada.**

Este nuevo tipo de tecnología permite añadir capas de información visual, sobre los diferentes elementos del entorno que nos rodea. Para ello se utilizan diferentes tecnologías, las cuales generan diferentes experiencias, que aportan un conocimiento relevante sobre nuestro entorno, y además recibimos esa información en tiempo real.

Gracias a estas tecnologías, por ejemplo, los operarios de una cadena de montaje pueden “recibir instrucciones”, de cómo se modifica o se sustituye esa pieza o en qué parte exacta del proceso hay que ponerla. Esto se realiza, por ejemplo, a partir de unas gafas, mediante las cuales la información va a posicionarse en el campo de visión entre el operario y la pieza dándole información sobre ella.

También, hay aplicaciones en el campo de la formación. Tal como pusieron de manifiesto Blanco, Fontrodona, Poveda (2011), *“en el futuro, las empresas harán un uso mucho más extendido para facilitar a los trabajadores información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo”*. En este sentido, la realidad aumentada, supone la percepción del entorno real, a través de un dispositivo, que añade elementos virtuales, para crear una realidad mixta en tiempo real.

✓ **Simulaciones y Realidad Virtual.**

Permiten la reproducción y creación de diferentes “escenarios virtuales”, de esta manera en los espacios físicos se van a reproducir diferentes situaciones o modelos virtuales, en los que la persona es capaz de distinguir la parte real de la parte virtual.



La gran ventaja de este tipo de tecnología es que permite reproducir el mundo físico, en un modelo virtual, que puede incluir máquinas, productos y personas y permite a los operadores hacer pruebas y optimizar la programación de una máquina en el mundo virtual, antes de ponerla en práctica. Además, permite ver soluciones y alternativas antes de enfrentarse al problema, lo que tienen un gran valor añadido en el trabajo, puesto que se evita cometer errores. En palabras de Kagermann, Wahlster y Helbig (2013), *"las circunstancias fuera del control del fabricante, como desastres naturales inesperados o crisis políticas, significan que a menudo tienen que cambiar de proveedor repentinamente durante la producción. La industria 4.0, puede ayudar a que estos cambios sean sustancialmente más suaves mediante la ejecución de simulaciones de los servicios posteriores afectados, permitiendo así que se evalúen diferentes proveedores y se seleccione la mejor alternativa."*

✓ Integración vertical y horizontal de sistemas.

Una Industria 4.0 tiene que ser una fábrica integrada en todos sus sentidos, tanto de manera interna como de manera externa.

- Integración horizontal, mediante un mayor intercambio de información entre los integrantes de la cadena de valor, que permita agilizar los procesos, mejorar los controles de calidad y adaptarse de forma más ágil a los cambios de las demandas del mercado.
- Integración vertical dentro de la empresa, que permita que la información fluya entre los diferentes niveles. De esta forma, se podrá sacar el máximo partido a los datos disponibles de forma global, lo que permitirá una toma de decisiones más informada y con mejores resultados.
- Integración integral, que permita involucrar todas las etapas del ciclo de vida del producto, desde su diseño, pasando por su fabricación, almacenamiento y distribución, hasta su puesta en venta. Y posteriormente, su uso por el cliente y finalmente su descarte o reciclaje.

Además, esta tiene que estar estrechamente enlazada por los diferentes sistemas informáticos con todos los fabricantes, proveedores y los clientes, facilitando cadenas de valor realmente automatizadas y eficaces.



✓ **Robótica Autónoma, Avanzada y Colaborativa.**

Es cierto que en la tercera de las Revoluciones Industriales se introdujeron los robots, y procesos de automatización, no obstante, en la Industria 4.0 esto va más allá. Ahora la robótica, ha avanzado de tal manera que los robots pueden ser colaborativos entre ellos, se ha producido una mejora de la inteligencia artificial, junto con un nuevo mecanismo de sensores que ha permitido crear robots cada vez más autónomos, flexibles y cooperativos, que van a interactuar unos con otros y trabajarán con seguridad junto con el resto de los trabajadores de la empresa.

Por lo que se refiere a la salud y seguridad en el trabajo, la Industria 4.0, ha supuesto un avance a nivel industrial y ha supuesto avances en campo de la prevención de riesgos laborales, como veremos más adelante, pero sobre todo plantea nuevos retos, porque los trabajadores, van a realizar el trabajo, en muchas ocasiones con robots y en unos lugares de trabajo, en los que lo que priman son las nuevas tecnologías.

2.3. ALGUNOS EJEMPLOS DE INDUSTRIA 4.0 EN LAS FÁBRICAS.

2.3.1 FABRICACIÓN ADITIVA.

La fabricación aditiva se ha convertido en un modelo a seguir por diferentes sectores productivos. La producción por adición ha sufrido un crecimiento imparable a lo largo de estos últimos años, esto se debe en gran parte a la rapidez, precisión y ahorro que supone su utilización. Siendo la impresión 3D la imagen de la fabricación aditiva, se está cambiando la forma en que la mayoría de bienes de consumo son concebidos, producidos y distribuidos.

Como se publica en los datos recogidos por Wohlers Associates (2020), el mercado mundial de la manufactura aditiva mueve cerca de 12 billones de dólares anuales, cifra que se espera continúe creciendo y que seguramente se haya visto incrementada por el uso y la importancia que se le ha dado a esta tecnología durante la pandemia mundial del COVID- 19

La impresión 3D es una tecnología muy revolucionaria, que hoy en día abre horizontes a empresas de todo tipo (Sampedro, 2016). Esta nueva forma de impresión hace referencia a la producción de objetos tridimensionales a partir de modelos virtuales, permitiendo la creación rápida de prototipos .



Para poder identificar los riesgos que vamos a ir planteando en el apartado posterior, derivados de la utilización de la misma, es necesario dar unas nociones que, aunque mínimas, nos ayuden a comprender su modo de empleo y cómo se utilizan en las nuevas fábricas.

Como explica Joe Hiemenz (2011), una impresora 3D es una máquina que crea objetos de plástico u otros materiales utilizando un proceso de fabricación de aditivos. La fabricación aditiva produce objetos en una sucesión de capas de la parte inferior hacia arriba y se descompone básicamente en tres etapas;

La primera de las etapas es el pre-procesado, es decir la creación de un modelo 3D de la pieza también llamado "slicing". Con un programa de preparación de construcción de la pieza, se importa un archivo de diseño, y se elegirán las opciones para poder crear las capas que van a formar el producto. Una vez hecho esto, el propio software con los datos de la pieza es el encargado de dar las instrucciones para el moldeado. El siguiente paso es enviar el trabajo a la impresora.

La segunda etapa es la construcción de la pieza. En el cabezal de extrusión entran dos materiales, uno plástico y el otro de un material complementario, que calentados van generando un fino hilo que capa por capa irán dando la forma a la pieza hasta tenerla por completo

Por último, en el post-procesado, se retira el soporte de la pieza procesada, cuando finaliza la fabricación, se extrae la pieza de la máquina, y se eliminan los soportes. Dependiendo de la tecnología de fabricación aditiva, del material y de los requerimientos de los clientes, será necesario aplicar algún post-proceso, ya sea mecánico, químico o térmico, para el acabado final de la pieza, mejorando la calidad superficial o la resistencia del mismo y procediendo a continuación a la limpieza del lugar de trabajo.

Las compañías de automóviles, son algunos de los mayores usuarios de impresión 3D a nivel industrial, desde su aparición. Así, por ejemplo, Ford o el grupo Renault, los utilizan para crear los primeros prototipos de piezas utilizando este método de impresión, ya que ayuda a los ingenieros y proveedores a seleccionar los mejores componentes de la forma más fiable con unos costes y un tiempo de espera muy bajo. Además, como es el caso de Local Motors y Urbee, utilizan la impresión 3D en multitud de sus coches. Urbee tiene un cuerpo completamente impreso en 3D,



realizado por Stratasys líder mundial en la impresión en 3 dimensiones, Stratasys incluso está trabajando en un proceso de impresión 3D a gran escala de piezas de automóviles.



Ilustración 3 Ejemplo de prototipo de volante. Fuente: El país. Opinión, 10 de noviembre 2016

Tenemos que hacer mención de uno de los mayores hitos de aplicaciones de la impresión 3D, las aplicaciones médicas que sin duda son las que más sorprenden. A largo plazo, la impresión 3D podría tener un gran impacto en el campo de la medicina, donde la extrusión de células vivas en lugar de materiales plásticos, por parte de impresoras 3D, ha dado lugar a la bioimpresión

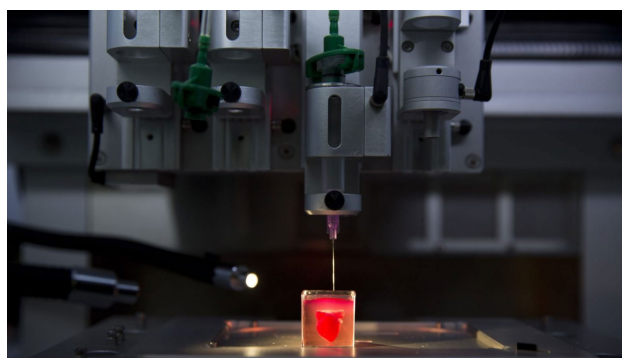


Ilustración 4. Corazón impreso a partir de células humanas y material biológico en una impresora 3D. Fuente www.impresoras3d.com 6 de junio de 2019.

Como se pone de manifiesto, en la guía elaborada por CEPYME ARAGÓN (2018), aunque parezca que todas las nuevas tecnologías aportan solo ventajas en cuanto a



la salud y seguridad en el trabajo, en el caso de la fabricación aditiva se podrían estar produciendo más riesgos que beneficios,

Por ello, a lo largo de este trabajo vamos a exponer cuales podrían ser estos nuevos riesgos emergentes, derivados de la implantación de estos dispositivos de fabricación aditiva, dentro de los procesos productivos, con los que los trabajadores tienen que aprender a convivir.

2.3.2 EXOESQUELETOS.

Un exoesqueleto es un sistema mecánico-textil, portado por una persona para realizar ciertas tareas, que proporciona un suplemento de fuerza local en la espalda, hombros, codos, muñecas, etc., mientras realiza un movimiento específico, por compensación de sus esfuerzos o por un aumento de sus capacidades motrices. De esta manera, permite un incremento de la fuerza y/o asistencia en los movimientos o en las posturas.” (Generalitat Valenciana, 2019). En resumen, los exoesqueletos, son dispositivos portátiles que mejoran o respaldan la fortaleza del usuario.

En este sentido, un exoesqueleto sostiene al cuerpo de forma externa, de manera que mejora las condiciones físicas de su portador. Los exoesqueletos se utilizan en procesos de rehabilitación, pero también lo vamos a encontrar en las industrias, siendo una tecnología base de las fábricas del futuro.

Las fábricas de automóviles como Renault, Audi, BMW o Ford, son algunos ejemplos de empresas que han implantado estos proyectos entre sus operarios. La esencia de esta tecnología radica en la mejora las capacidades físicas de los operarios, ya que redistribuye el peso a cargar entre el trabajador y el exoesqueleto.

El exoesqueleto industrial, se ha desarrollado para mejorar la calidad de vida de aquellas personas que tienen que trabajar en posiciones poco ergonómicas durante horas. De esta forma, cuando la persona se agacha o se gira, el exoesqueleto se moldea y adquiere la forma para que la persona pueda realizar su trabajo desde una posición más ergonómica.

Dentro de los sectores que más utilizan este dispositivo, nos encontramos con el industrial y automovilístico, en fabricación y montaje, para reducir las cargas físicas y mejorar la capacidad de los operarios de cadena. También, en la construcción y trabajos agrícolas, para reducir los esfuerzos físicos derivados del levantamiento,



empuje y arrastre de carga, flexión de tronco en tareas propias del puesto de trabajo como la siembra, recogida... etc. por ejemplo en el trabajo de recolectores, debido a su continua bipedestación prolongada y posturas mantenidas de rodillas o en cuclillas.

Sin duda, el sector que más emplea este tipo de tecnología en sus fábricas es el sector del automóvil, ya que muchos de sus trabajos se realizan en posturas especialmente dañinas y lo que permite el exoesqueleto es que haya una menor exigencia física de la tarea a realizar, de tal manera que se reduzca la posibilidad de que el trabajador sufra trastornos musculoesqueléticos.

Un ejemplo de empresas automovilísticas que emplean exoesqueletos en sus fábricas es el caso de Ford, que en los últimos años ha ido incluyendo varios de estos prototipos en las líneas de montaje. Como explica en una entrevista Israel Benavides que es Ingeniero de programa ergonomía del grupo Ford Motor, *"Automatizar es complicado porque requiere un espacio extra que a veces no existe en una línea de producción, y no puede instalarse una máquina grande o robot. El exoesqueleto tiene una ventaja en ese sentido, ya que permite al operario seguir trabajando."*(Benavides, 2018)



Ilustración 5. Operario trabajando con un exoesqueleto. Fuente www.xataka.com, 15 de junio de 2018



Otro ejemplo que podemos dar de exoesqueleto es el de Noonee, también conocido como la Chairless Chair, ya que como explica su fabricante, la Chairless Chair de noonee, es un exoesqueleto que permite alternar de forma rápida el caminar, y el estar de pie y estar sentado, y tiene capacidad para regular la altura del asiento. De esa forma, reduce la fatiga del puesto, disminuyendo la exigencia física de mismo.

Por último, hay que referirse al exoesqueleto desarrollado por la empresa China Ele.me. Esta empresa, en estos momentos de la pandemia mundial del COVID-19 que estamos viviendo, ha desarrollado un modelo de exoesqueleto para los repartidores de comida a domicilio. La crisis del coronavirus ha hecho que sus repartidores tengan que trabajar más que nunca, pero para ayudarles a hacer ese trabajo han desarrollado este prototipo, con el fin de que puedan cargar con más comida en cada trayecto.



Ilustración 6.- Repartidor portador de exoesqueleto en China. Fuente <https://vandal.elespanol.com>, 4 de mayo de 2020

Pese a la facilidad que parece tener la implantación de un exoesqueleto para las empresas, hay que tener en cuenta, como señala Rivera, que la introducción de exoesqueletos en un puesto de trabajo para la reducción del riesgo ergonómico “es un proceso en el que influyen múltiples factores como el propio riesgo, las interferencias con la maquinaria o instalaciones existentes, la interacción con otros trabajadores presentes o la necesidad de ejecutar otras tareas con riesgos diferentes” (Rivera, 2019). Por ello, no basta con dotar al trabajador del dispositivo y olvidarse de él, sino que hay que evaluar los posibles riesgos de este, que es lo que vamos a tratar de hacer nosotros en el próximo apartado del trabajo.



2.3.3 DRONES.

El término de Dron se define por la RAE (2020), como un “vehículo aéreo no tripulado”. Este, va a estar controlado por un sistema de comunicación o de conexión que puede ser vía satélite, radiocontrol Bluetooth o Wifi, “cuyo movimiento se controla por una emisora o estación de control que dirige la aceleración o deceleración de sus motores/hélices, las cuales proporcionan sustentación vertical y rigen el movimiento según las preferencias del usuario” (Díaz, 2015)

Los drones, van a facilitar el llegar a lugares difícilmente accesibles para humanos o cuyo acceso plantea importantes riesgos y dificultades. Por ello, teniendo en cuenta que la LPRL, dispone que los empleadores tienen el deber de tener en cuenta los medios y recursos existentes y actuales para tratar de reducir y eliminar los riesgos derivados de su actividad que puedan afectar a la seguridad y salud de sus trabajadores, adoptando las medidas que sean necesarias, cada vez se recurre más a ellos. Cada vez más empresas están introduciendo estos drones en sus fábricas como equipo de trabajo y como una herramienta utilizada por los técnicos de inspección.

Los drones permiten eliminar aquellos trabajos que pueden resultar peligrosos debido a las características de las zonas en las que debe operar el trabajador, como espacios confinados, trabajos en altura.... Hay una gran cantidad de actividades en las que el dron puede reemplazar al hombre, evitándole muchos riesgos.

Por otra parte, a nivel de inspección de actividades, los técnicos de inspección emplean cada vez más los drones, ya que les permite observar y analizar los espacios de trabajo, desde perspectivas que antes no podían. En cuanto a los técnicos de prevención, van a poder realizar tareas de observación y medición, de una manera más segura, eficaz y fiable. El uso de drones se está extendiendo sobre todo en las siguientes actividades:

Emergencias. Los drones gracias a su versatilidad y tamaño pueden constituir “un pequeño salvavidas”. El dron puede sobrevolar zonas de difícil acceso o aisladas, donde se ha podido producir un accidente. Puede transportar la ayuda necesaria a heridos y con él se puede hacer una evaluación para el acceso al lugar del siniestro.

Vigilancia en carreteras. Uno de los grandes usos que se le está dando a los drones, y en especial en los días de estado de alarma por coronavirus, en donde ha habido



momentos en los que se ha prohibido circular, es la vigilancia en las carreteras. Debido a la gran cantidad de red de carreteras que posee España, es muy difícil que se pueda gestionar solo con patrullas policiales. Por ello, se han introducido estos aparatos para que sobrevuelen esta amplia red de carreteras y así poder realizar controles dinámicos, y tener imágenes a tiempo real de la zona sobrevolada.

Explotaciones agrarias: Igual que ocurre con las carreteras, es poco efectivo y costoso que un técnico especialista parametrize una explotación muy extensa. Los drones permiten sobrevolar los campos de una forma rápida y captar información diversa gracias a sus sensores, además, son capaces de identificar posibles riesgos o plagas en una plantación. Además, hay que sumarle el hecho de que el análisis que se hace del campo es en tiempo real, lo que le permite al agricultor saber en todo momento como están sus cultivos.

Incendios forestales. Los incendios forestales pueden hacer arder hectáreas y hectáreas de bosques a lo largo de un amplísimo territorio. Uno de los problemas principales en la gestión y control de incendios, es la complejidad que alcanza debido a diferentes factores como el acceso, la localización meteorológica, por lo que una rápida respuesta, aunque solo sea de forma visual, puede permitir una mejor interpretación de las causas, así como de la forma de tratarlo. Además, existen drones como es el caso del Drone-Hopper, que puede portar hasta 300 litros de agua, y posee cámaras térmicas para localizar incendios y el punto adecuado para extinguirlos.

Supervisión de obras de ingeniería: En grandes obras de ingeniería es importante acceder a lugares peligrosos para identificar riesgos. Es aquí, donde los drones están jugando un papel importante, ya que permiten de forma rápida y segura revisar y acceder a lugares en los que haría falta una planificación e incluso parada de las obras para acceder.



Ilustración 7. Dron de Agricultura de precisión. Fuente www.podcastindustria40.com 11 de junio de 2019

Además de todos estos usos, estos aparatos, como señalamos anteriormente, se utilizan hoy en día para una amplia variedad de trabajos. La presencia de drones en la nueva industria cada vez es mucho más frecuente.

En las fábricas, como por ejemplo en la automovilísticas, en la que he realizado mis prácticas, los utilizan para supervisar trabajos en altura, estructuras de difícil acceso o en diferentes instalaciones en las que la intervención del trabajador supone un alto riesgo para el trabajador. Por lo tanto, gracias a ellos se puede reducir la necesidad de que los trabajadores realicen actividades en entornos peligrosos como espacios confinados, trabajar en altura, o entrar contacto con maquinaria en movimiento. Sin embargo, las mismas tecnologías podrían ser una fuente de daño. Los riesgos de los drones van a derivarse no sólo de la utilización de este sino también del entorno o medio en el que va a realizar el vuelo y en lugar en el que se realiza el trabajo como veremos posteriormente.



Ilustración 8. Dron especializado y destinado a espacios confinados. Fuente <https://fanfan.es>, 2 de junio de 2019



2.3.4 ROBOTICA COLABORATIVA.

Desde hace muchos años, el uso de la robótica en la industria de automoción se ha convertido en un punto clave para la automatización de procesos, donde se utilizan robots para realizar tareas peligrosas, repetitivas o muy complejas. Hoy en día, se utilizan dos nuevos conceptos: Robots autónomos y robots colaborativos. En este estudio haremos referencia a los segundos.

Según la ISO 10218-1 de 2011, un robot industrial es *“un manipulador controlado automáticamente, reprogramable y multifuncional, programable en tres o más ejes, que puede ser fijo o móvil y se utiliza en aplicaciones industriales automatizadas”*. Dentro de una amplia gama de robots existentes, nosotros en este estudio nos vamos a centrar en los denominados robots colaborativos, también conocidos como “cobots”, que están diseñados especialmente para interactuar con humanos en un espacio de trabajo compartido y cooperativo sin necesidad de vallas u otros elementos de aislamiento convencional.

Con la introducción de esta tipología de robots se produce una disruptiva en la automatización, pasando a una colaboración “mano a mano” entre persona y robot, ayudando con una gama cada vez mayor de tareas, en lugar de automatizar los trabajos de manera completa.

Lo que se trata, desde el punto de vista de la salud y seguridad de los trabajadores, es que estos robots ayuden en aquellas tareas que para las personas pueden resultar insalubres, inseguras, tediosas o penosas, evitando su exposición a condiciones peligrosas y reduciendo los riesgos tanto físicos, como ergonómicos y psicosociales.

Por ejemplo, antes de que aparecieran estos robots, el trabajador tenía que detectar errores con sus propios ojos, sentado, inmóvil, frente a imágenes repetidas de chips durante varias horas a la vez. Ahora, estos robots realizan esta tarea y gracias a ello, los riesgos de seguridad y salud en el trabajo, como, los trastornos musculoesqueléticos, fatiga y daño ocular se han eliminado. Podemos poner ejemplo de algunos robots colaborativos como son los siguientes:

Los chatbots. Como se dispone en OSH (2019), son otra herramienta mejorada por la inteligencia artificial, que puede manejar un alto porcentaje de consultas básicas de servicio al cliente, liberando a los humanos que trabajan en centros de llamadas



para atender preguntas más complejas. Los chatbots trabajan junto a las personas, aunque no solo en el sentido físico. Dentro del back-end de los sistemas, se utilizan para atender las consultas de los clientes por teléfono mediante el procesamiento del lenguaje natural. Dixons Carphone, utiliza un chatbot conversacional ahora llamado Cami, que puede responder a preguntas de consumidores de primer nivel en el sitio web de Currys y a través de Facebook Messenger. La compañía de seguros Nuance lanzó un chatbot llamado Nina, para responder preguntas y acceder a la documentación en 2017. Morgan Stanley, ha proporcionado a 16,000 asesores financieros algoritmos de aprendizaje automático, para automatizar tareas rutinarias.

Los trabajadores de los centros de atención telefónica ya enfrentan grandes riesgos de salud y seguridad, debido a la naturaleza del trabajo, que es repetitivo y exigente y está sujeto a altas tasas de microvigilancia y formas extremas de medición. Pero los chatbots, aunque están diseñados para ser máquinas de asistencia, siguen planteando riesgos psicosociales en torno a los temores de pérdida de empleo y reemplazo. Los trabajadores deben estar capacitados para comprender el papel y la función de los cobots en el lugar de trabajo y saber cuáles son sus contribuciones colaborativas y de asistencia.

Los AGV (Automatic Guided Vehicle en inglés), son vehículos de guiado autónomo u automático, que se desplazan sin conductor y se mueven a través de sistemas como guías instaladas en el suelo, visión artificial o guiado láser. Son como plataformas de transporte con ruedas que pueden evitar a las personas o colaborar con ellas. La nueva generación de estos aparatos son los AIV (vehículos autónomos inteligentes) capaces de aprender y desplazarse de modo natural, sin elementos de guiado.

Los AGV, se diferencian en función de sus sistemas de guiado, un elemento muy importante a la hora de su implantación en una industria, ya que las características del área por la que se van a desplazar son muy importantes.

Existen varios tipos de estos elementos, nosotros en este estudio vamos a hacer referencia al filo guiado, ya que es el más común y utilizado por las empresas.

El AGV, se mueve por un hilo conductor instalado en el suelo y compuesto por un cableado enterrado situado a pocos centímetros del mismo, conectados a un emisor de baja frecuencia que produce una corriente inductiva que detectan los sensores instalados en las guías. Todos estos vehículos, los AGV y los AIV, funcionan con



baterías que les proporcionan una autonomía de varias horas. Pese a que los AGVs se muevan de forma automática, estos requieren de un sistema de control y gestión ya sea centralizado o descentralizado y gestión para conseguir su objetivo de guiarse de forma automática. De no ser así, quedarían bloqueados al encontrar un elemento, cruzarse con otro AGV, o a causa del camino a escoger para llegar a destino. Estos dispositivos más que introducirse por mejorar la seguridad de los trabajadores se han introducido para mejorar la eficiencia en la logística de las empresas.

En cuanto a seguridad, estos dispositivos la han aumentado en la circulación en las naves de las fábricas, ya que han sustituido a las carretillas tradicionales. Además, los vehículos disponen de dispositivos y sensores que les permiten trabajar alrededor del personal y las estructuras, evitando el componente del error humano. Al automatizar las tareas de conducción disminuyen la posibilidad de accidentes. A pesar de que su rango de aplicación es muy amplio, destacan las siguientes aplicaciones prácticas; movilización gran cantidad de carga a largas distancias. distribución y almacenaje de productos de forma automatizada, operaciones en las líneas de ensamblaje (por ejemplo, en el movimiento de los cuerpos de los automóviles y motores a través de estaciones de ensamblaje), tareas específicas por incorporación de robots manipuladores colaborativos, o trabajos en entornos hostiles, como los que presentan alta o baja temperatura (hornos o congeladores). En el caso de la empresa automovilista Renault, son muy utilizados. Existe un gran flujo logístico de AGVs que se encarga de transportar piezas pesadas de una línea de montaje a otra.



Ilustración 9.: AGV grupo Renault España. Factoría de Motores. Valladolid.



2.3.5. IOT.

Como adelantamos en el apartado anterior, el IOT hace referencia a la conexión de objetos tecnológicos o que sean electrónicos, a Internet. y cuentan con algún tipo de inteligencia gracias a la electrónica de su interior.

El Internet de las Cosas, permite que cualquier objeto pueda comunicarse con otro de su alrededor y llevar a cabo una determinada tarea o función.

En nuestro día a día, podemos ver la aplicación de la IOT en cosas cotidianas, pero en este estudio vamos a proponer ejemplos de esta tecnología en las fábricas que han permitido mejorar la salud y seguridad de los trabajadores, algunos de ellos expuestos a riesgos que encontramos en una guía elaborada por Ministerio de Trabajo Migraciones y Seguridad Social (2019).

Presencia de micro sensores en los EPIs diarios obligatorios. Estos sensores van a permitir mediante el movimiento del propio operario y una red wifi, saber si estos los están utilizando y si lo hacen de manera adecuada, así como sus tiempos de uso. Además, pueden alertar sobre su falta de uso, en una pantalla del ordenador que supervisa el Responsable de Seguridad.

Instalar detectores Estos dispositivos minúsculos se instalan en las pantallas de soldadura de los trabajadores que activan un apagado del soplete mediante la red WI-FI del taller, en caso de sobreexposición a la radiación o temperatura, o al no estar en la posición vertical de uso adecuado por parte del trabajador.

Detectores de humo. Se trata de colocar en los cascos de seguridad unas células conectadas a los detectores de humo, que alerten en caso de incendio o activación de la alarma.

Disponer de dispositivos sensibles en partes móviles de las máquinas, que asociados a unas pulseras que lleva el operario, detecten la proximidad de las extremidades a estos puntos de riesgo y detengan o consignent el equipo, evitando posibles negligencias o despistes que puedan conllevar graves accidentes.

Candados bluetooth: Estos son dispositivos de seguridad que funcionan con batería y están compuestos por un cuerpo metálico. En su interior albergan un mecanismo de seguridad, que permite abrir o cerrar un gancho o arco metálico, que sobresale del cuerpo del candado. Para desbloquear el candado tiene una conexión bluetooth



siendo posible controlarlo por medio de una aplicación en un Smartphone. Las empresas como Renault, las utilizan para anclar dispositivos y saber quién los está utilizando. Por ejemplo, un caso muy común es el de las escaleras o medios de portado. Estos están anclados en una zona y cuando un operario necesita cogerlo debe de ir con su Smartphone o en algunos casos con pulseras electrónicas y desbloquear el candado. Pero además cuando este se desbloquea, se puede conocer el nombre del operario y sus datos y además si está habilitado para poder coger ese dispositivo. Además, si este trabajador no cuenta con el permiso para desbloquear la escalera, por ejemplo, el candado no se desbloquea.



Ilustración 10.- Candado bluetooth master lock. Fuente. <https://es.masterlock.eu>

Acoplar sensores de niveles de ruido a la protección acústica que pueda alertar mediante WI-FI de que la protección ha dejado de ser eficiente por sobreexposición, registrando datos constantes de exposición de ruido en una base de datos en nuestra computadora. Mediante micro-detectores incorporados en armillas, cascos o calzado de seguridad que, al ubicarse debajo de cargas en elevación de un puente grúa o en proximidad de trabajo de carretillas elevadoras o transparentas, detengan estos equipos de mantenimiento de forma automática y segura o limiten la elevación de carga, activando alarmas acústicas de alta sonoridad.



Ilustración 11.: Casco con GPS y detectores de gases. Fuente Confederación de empresarios andaluces (CEA)

Es importante tener en cuenta que, al igual que ocurre con otros dispositivos y herramientas, la utilización de IoT va a requerir actuar con las correspondientes medidas de seguridad, ya que cualquier objeto puede ser vulnerable a posibles ataques. Esta cuestión la desarrollaremos más adelante.

2.4. LA APORTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 A LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

Como hemos podido comprobar, la Industria 4.0 es una realidad que se va a ir consolidando cada vez más a lo largo de los años, no obstante, ya puede verse su impacto sobre las nuevas formas de producción, las nuevas formas de organización de las empresas y, también sobre la seguridad y la salud de los trabajadores.

Gracias a estas tecnologías se han abierto nuevas fronteras en el mundo de la prevención de riesgos laborales y en lo que se refiere al bienestar de los trabajadores. En el apartado anterior, hemos mostrado numerosos ejemplos de tecnologías que se han ido introduciendo en las fábricas inteligentes, desde dispositivos de localización hasta máquinas capaces de introducirse en los espacios más complicados e inseguros. Unos y otros aportan beneficios desde el punto de vista preventivo.

Gracias a ello, y en concreto a las distintas funcionalidades de los CPS que componen una fábrica 4.0., se puede controlar el estado real de los operarios, ya que a través del monitoreo de factores de los distintos dispositivos inteligentes, es posible la recopilación en tiempo real de datos de manera que se dota de información real e inmediata, sobre el estado de salud y la seguridad del trabajador, permitiéndole



hacer una mejor toma de decisiones. El hecho de que el hombre trabaje con robots, hace que nos encontremos frente a un nuevo paradigma en el mercado laboral, en el que la prioridad no sólo tiene que ser la flexibilidad y la mejora de los procesos, sino que también tiene que estar en el punto de mira la salud y seguridad de los propios trabajadores. Ahora es necesario que se cree *“una convivencia segura entre las máquinas y el mundo digital”*. En este sentido, preocupa el futuro de la prevención y los nuevos retos a los que va a tener que dar solución. Ante todo, tenemos que pensar que *“la tecnología en sí misma no implica efectos positivos o negativos. Es la forma en la que se utiliza la que determina unos resultados beneficiosos o perjudiciales (FEMEVAL, 2019)”*

2.5. LA IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA 4.0 FRENTE AL COVID-19.

El año 2020 será recordado sin duda, por la gran crisis sanitaria mundial provocada por el COVID-19. Esta tragedia ha obligado, tanto a ciudadanos como a empresas, a adaptarse en todos los sentidos.

A grandes rasgos, y según la OMS, el COVID- 19 es una enfermedad infecciosa que suele cursar con fiebre y síntomas respiratorios, pudiendo causar neumonía, síndrome respiratorio agudo severo, insuficiencia renal e, incluso, la muerte.

En marzo de 2020 el Gobierno Español decretó el estado de alarma, que aún en el momento de entrega de este TFG (junio 2020) sigue vigente.

En este contexto, la Industria 4.0 está cobrando más importancia que nunca, ya que esta crisis se ha cobrado la vida de miles de personas, y por ello las empresas han dedicado sus esfuerzos en invertir y crecer hacía la transformación digital, no sólo para afrontar esta crisis actual, sino también para estar preparados para este tipo de eventualidades que pueden volver a repetirse en el futuro. Esta gran crisis que vivimos en la actualidad, nos ha hecho darnos cuenta del valor y de las grandes ventajas que tienen las nuevas tecnologías y la digitalización, para afrontar los diferentes retos que pueden surgir en un mundo tan globalizado. Empresas de todos los lugares del mundo, se han volcado con esta grave situación y han puesto a disposición de la sociedad, todas sus tecnologías, para tratar de contribuir y aportar su pequeño grano de arena. Vamos a ver algunos ejemplos:



Las impresoras 3D, han sido una de las grandes protagonistas en esta crisis sanitaria. Debido a la gran rapidez de propagación del coronavirus y a la alta cantidad de infectados, el stock de mascarillas y material de protección sanitario se agotó rápidamente. Ante esta situación empezó a surgir una comunidad de “makers”, empresas como Renault, organizaron proyectos en los que decenas de empleados con impresoras 3D han fabricado material de protección para sanitarios como viseras, pantallas protectoras, mascarillas e incluso respiradores para aquellas personas ingresadas en la UCI. La iniciativa Renault al rescate, consiguió producir y distribuir, en tan solo cuatro días, más de dos mil máscaras sanitarias.

Las labores de los robots y de los drones, también han sido de gran utilidad en esta crisis. Estos dispositivos se están empleando para realizar tareas de asistencia a la policía. Los desplazamientos durante el confinamiento estaban prohibidos, pero los cuerpos de policía no podían hacerse cargo de la inmensa red de carreteras que existentes, y por ello, utilizaron drones de vigilancia que controlaban desde el aire los desplazamientos de las personas. Además, también se han utilizado para controlar el uso de mascarillas o medir la temperatura de la gente al entrar a los supermercados o a las entradas de los centros de trabajo. Incluso se han creado robots capaces de esterilizar el transporte público y servir una cerveza en un bar para que haya la menor interacción entre personas.

Las aplicaciones informáticas y el Big Data, se han convertido en una importante fuente de desarrollo en el ámbito sanitario. Según Juan Manuel López (2020); combinando los análisis con las rutas aéreas comerciales un algoritmo puede establecer un modelo de propagación del virus para que, de ese modo, se puedan conocer cuáles son los trayectos y lugares de contagio más probables. Además, como pone de manifiesto Alex Rodríguez (2020), en muchos países como en China se utilizan sistemas de reconocimiento facial y softwares de detección de temperatura para identificar a las personas que podrían tener fiebre, o en Corea del Sur la app Corona, te avisa a 100 metros de distancia si hay alguien infectado cerca, y en Estados Unidos se está creando una aplicación similar a las asiáticas.

Estas tecnologías que son la base de la 4ª Revolución Industrial, son claves para solventar la crisis que estamos viviendo y que aún nos queda por vivir. En definitiva,



es importante y necesario que se desarrolle aún más la transformación digital y que se den soluciones digitales a los cambios producidos y a los que están por llegar. Todo ello, nos irá acercando cada vez más a la quinta revolución industrial.



3. RIESGOS LABORALES DERIVADOS DE LA INDUSTRIA 4.0.

La LPRL, define los riesgos laborales como *"La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de este"*

En este sentido, vamos a entender los riesgos laborales como cualquier circunstancia que sea capaz de causar un peligro en el marco del desarrollo de una actividad laboral. Por lo tanto, esta idea supone que un riesgo laboral es todo aquello que puede producir un accidente o siniestro y que tiene como resultado *"daños derivados del trabajo, es decir, enfermedades, patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo."* (LPRL)

Los factores de riesgo en los diversos tipos de trabajo son diferentes y los daños causados son de diferente gravedad, va a depender entre otras cosas, del lugar donde se desempeñe la tarea y de la naturaleza de esta.

Con la llegada de la Cuarta Revolución Industrial, las fábricas se están transformando por completo. Hemos visto que no se trata tan sólo de la automatización de los sistemas, sino de algo más. Se han introducido nuevas tecnologías que nos hacen plantearnos nuevas cuestiones. ¿Qué pasará cuando mi compañero sea un robot?, ¿Puedo fiarme de un dispositivo que me da órdenes? Las máquinas se organizan de una manera distinta al hombre, y en estos momentos existe un estrecho vínculo entre los equipos físicos y el mundo virtual. Persona y máquina autómatas trabajarán juntos, pero esto va a suponer nuevos desafíos a la hora de identificar los riesgos a los que nos vamos a tener que enfrentar.

En apartados anteriores, hemos visto las grandes aportaciones que han supuesto para la prevención de riesgos laborales, la introducción de técnicas tan innovadoras como las de la Cuarta Revolución Industrial. Es cierto que se trata de unas aportaciones muy valiosas para el mundo de la prevención de riesgos laborales, no obstante, no podemos olvidar que a veces, cuando introducimos nuevos elementos que hacen desaparecer ciertas situaciones de riesgo, estos llevan consigo la introducción de otros nuevos que no se tienen en cuenta.



En este apartado vamos a conocer y estudiar los distintos tipos de riesgos, que se han introducido en el entorno laboral, como consecuencia de la convergencia de industria y tecnología.

3.1 RIESGOS DERIVADOS DE LA FABRICACIÓN ADITIVA.

Como planteamos anteriormente, la fabricación aditiva o impresión 3D se trata de una tecnología que produce objetos físicos a partir de modelos digitales 3D diseñados por software, sin necesidad de moldes ni de utillajes de ningún tipo, y que abre la puerta a la fabricación de series cortas o unidades únicas a bajo coste.

La fabricación aditiva es una de las tecnologías esenciales en las nuevas fábricas inteligentes. Incluso un gran número de economistas predicen que en el futuro cada hogar contará con una impresora 3D de manera que cada persona descargándose los planos del producto, pueda imprimirlo en su casa llegando a la desaparición de la producción en serie.

Gracias a la utilización de estas máquinas se han reducido ciertos riesgos, sobre todo, por la simplificación de los procesos productivos. No obstante, no podemos olvidar que no todo es positivo, ya la introducción de las Impresoras 3D en las fábricas ha supuesto la aparición de nuevos riesgos, siendo los más destacables los riesgos en materia de seguridad y los riesgos higiénicos, que analizamos a continuación.

*** SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

Los riesgos más relevantes, en materia de seguridad, que según nuestro criterio podemos encontrar a lo largo de un proceso de producción con la utilización de una impresora 3D, son, entre otros, los siguientes:

Atrapamiento o aplastamiento:

Este tipo de riesgo es muy común, y genera accidentes frecuentes en las empresas. Los atrapamientos pueden producirse por y entre los objetos móviles o fijos, que componen las diversas partes de la impresora.

Estos atrapamientos con las partes móviles de la impresora son frecuentes por meter el dedo en el cabezal de extrusor cuando parece que la impresora no está imprimiendo, o cuando parece que esta se ha podido quedar atascada.



Este tipo de tecnología se basa en el movimiento de los ejes, además del de los extrusores, para ello se van a utilizar motores eléctricos. Esto puede generar un riesgo al trabajador ya que existe la posibilidad de que este, meta los dedos o la mano por estas zonas cuando parece que la impresora no está imprimiendo o cuando pueda quedarse atascada. Como consecuencia de esto se puede provocar atrapamientos, y heridas.

Es cierto que las impresoras 3D cuentan con una serie de protecciones fijas de seguridad, no obstante, es posible que el trabajador pueda anular estas medidas de manera que, como hemos comentado, pueda acceder a elementos peligrosos durante el uso, la preparación de la máquina o en la propia operación de modelado de la pieza.

Incendios y Explosiones:

Las impresoras en 3D y los prototipos existentes en 4D, pueden generar un serio riesgo de explosión con consecuencias muy dañinas para los trabajadores.

Estas explosiones pueden producirse por la realización de las tareas en atmósferas explosivas, debidas al uso de materiales en polvo, gases o productos químicos, o bien por presencia de instalaciones de aire comprimido.

Además, la nueva gama de materiales utilizados tiene el factor sorpresa puesto que aún no se conocen sus efectos por completo. Los trabajadores van a estar cada vez más expuestos a estos materiales, que pueden reaccionar causando explosiones.

Contactos térmicos:

En el proceso de impresión, la impresora calienta los materiales para que estos derretidos, vayan formando capa por capa la pieza. Por lo tanto, uno de los riesgos a los que se expone al trabajador es al contacto con superficies calientes o con el material que está a una muy alta temperatura, lo que le producirá al trabajador quemaduras por este contacto.

Contactos mecánicos

Por la manipulación de piezas o herramientas durante la fabricación y los posprocesos. La impresión en 3 y 4D lleva numerosos procesos y partes que pueden generar al trabajador daños físicos por el contacto con estas máquinas. Los principales serán los cortes, impactos, atropellos, proyecciones. Como he podido apreciar durante mis prácticas de empresa en el departamento de prevención,



muchas veces estos riesgos se deben al factor humano y a una mala utilización de lo EPIS, pero, aun así, al utilizar tecnologías pueden aparecer múltiples situaciones imprevistas o comportamientos inesperados en cualquier fase, como los fallos de funcionamiento de sensores, fallos de software, que crean una situación de riesgo importante para el trabajador.

*** RIESGOS HIGIÉNICOS.**

Los riesgos higiénicos, derivados de la exposición a agentes contaminantes en el ambiente de trabajo, de la falta de iluminación o de la presencia de ruido o vibraciones, constituyen un importante grupo que debe ser muy tenido en cuenta en la evaluación de riesgos laborales

Contaminantes químicos:

Los materiales que se pueden utilizar con las impresoras 3D, son de muy diversos tipos. Las empresas dependiendo del producto a fabricar van a utilizar materiales como la cerámica, el acero, el vidrio o la madera.

Todos los materiales que se utilizan en la impresión 3D son materiales plásticos o bien contienen cierta parte de este material. El material más utilizado, entre muchos otros, en el proceso de impresión en 3D industrial, es la poliamida, que es un plástico a base de aceite. Durante el calentamiento, de este material se liberan gases tóxicos provocando un serio riesgo para los trabajadores.

Algunas investigaciones han demostrado que hasta los materiales más salubres de las impresoras 3D puede plantear riesgos de esta clase. Esto se debe a que, durante el proceso de impresión, se van a emitir un gran número de partículas ultrafinas que los trabajadores corren el riesgo de respirar provocando futuros daños en sus pulmones. Por ello, es muy importante mantener el lugar de impresión bien ventilado y teniendo en cuenta las corrientes de aire.

Exposición a sustancias nocivas o tóxicas:

Como ya indicamos, muchos componentes utilizados para la fabricación de la pieza son plásticos. Este tipo de materiales al calentarlos lleva un cargamento de sustancias tóxicas, por lo que es necesario tomar precauciones que eliminen o reduzcan el riesgo al trabajador.



Además, muchos expertos señalan que para repasar y dar el correcto acabado a las piezas estas se tratan con acetona, por lo que es posible que el vapor de la sustancia irrite los ojos y el tracto respiratorio. Además, ante una exposición más larga, la acetona puede causar efectos en el sistema nervioso central, el hígado, el riñón y el tracto gastrointestinal.

Los ejemplos planteados respecto a la impresión 3D, nos hacen darnos cuenta del gran impacto positivo que tienen para los diversos retos que se han ido producido en el mundo. No obstante, es necesario que no olvidemos los riesgos que este modelo de fabricación puede generar. En el dictamen del Comité Económico y Social Europeo, se plantea que la impresión en 3D es una herramienta para reforzar la economía en cuanto a la seguridad y salud laboral. Una de las conclusiones a las que se llega en el informe es que, el marco regulador nacional y europeo no ha logrado seguir el rápido ritmo de cambio en la fabricación aditiva.

Según Malosse (2015) *“son muy pocos los estudios sobre la fabricación aditiva desde el punto de vista de la salud y la seguridad en el trabajo”*. Con el uso de aplicaciones industriales de fabricación aditiva, urge la aparición de estudios concretos sobre la evaluación del riesgo para los trabajadores, con el fin de desarrollar sistemas y normas de protección. También hay que poner en marcha cursos de formación en materia de seguridad para aquellos trabajadores que trabajan con máquinas de fabricación aditiva. Esto podría formar parte del programa de formación que se elabore.

Pese a ser un informe elaborado en 2015, nos encontramos ya en 2020 y no se ha desarrollado una reglamentación específica para abordar las normas en materia de protección de la salud y la seguridad en el trabajo en los procesos de fabricación aditiva, por lo que tenemos que aplicar la normativa general y específica de determinados riesgos existentes. Además, es necesario en esta línea, contemplar uno de los grandes problemas de las impresoras 3D; la accesibilidad de la misma.

Estas tecnologías hoy en día se han hecho muy accesibles para la población y las empresas, de tal manera que van a estar y están disponibles para todos. El problema entonces radica en el desconocimiento y la carencia de recursos ya que las impresoras 3D están siendo utilizadas por microempresas y autónomos que pueden que no dispongan de los recursos y habilidades adecuadas para manejar las



sustancias asociadas, de manera segura, además de desconocer los riesgos derivados del proceso de impresión.

Por ello es muy importante, no sólo que se implante la impresora 3D, si no que se disponga de la información y la formación específica necesaria y suficiente, tanto sobre los riesgos de la máquina como sobre su correcta utilización y el uso de los EPI, para poder garantizar un correcto uso de la misma. Además, es necesario que, tal y como se establece en el dictamen, los expertos en PRL elaboren un análisis exhaustivo y específico, sobre cómo pueden afectar estas tecnologías a la salud y seguridad de los trabajadores, en los procesos de fabricación aditiva.

3.2. RIESGOS DERIVADOS DE LOS EXOESQUELETOS.

Tal y como señalamos con anterioridad, el exoesqueleto es un sistema de asistencia personal, que afecta al cuerpo de forma mecánica, mejorando o respaldando la fortaleza del usuario.

Sabemos que los empleadores tienen el deber de proporcionar un ambiente de trabajo seguro y saludable, y limitar los riesgos potenciales durante el trabajo. Según se dispone en la LPRL, las evaluaciones de riesgos laborales, que tienen en cuenta todos los riesgos laborales posibles, son obligatorias y deben ser realizadas por todos los empleadores. Por este motivo, y siguiendo la línea general del trabajo, vamos a tratar de identificar los riesgos posibles que puede generar la introducción de exoesqueletos en las fábricas.

Hay diferentes tipos de exoesqueletos, dependiendo de la parte del cuerpo y a qué tipo de carga van a ir destinados. No obstante, la mayoría de estos presentan los mismos riesgos que vamos a plantear a continuación:

*** SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

Choques o aplastamientos:

"Los exoesqueletos presentan, debido a su tamaño o estructura, riesgos de colisión con una tercera persona o elementos del medio ambiente". (INRS, 2018). Debido entonces a las estructuras que conforman los exoesqueletos, es posible que haya colisiones ya sea con la propia persona portadora del dispositivo o con terceras personas que estén en el entorno de trabajo. Además, es posible que estos exoesqueletos puedan reducir el campo de visión, al limitar ciertos movimientos, lo



que puede provocar choques con componentes del proceso productivo o con elementos.

Caída de la persona usuaria por desequilibrio:

La adaptación del cuerpo al exoesqueleto no siempre es una tarea fácil. Es necesario que el empleado se adapte a una nueva distribución de las masas y del peso corporal entre él y el exoesqueleto, además de adoptar nuevas posiciones del cuerpo. Muchas veces la inercia del peso del exoesqueleto, combinada con la posibilidad de realizar movimientos incontrolados por la falta de costumbre, hacen que el trabajador tenga problemas de equilibrio estático y dinámico. Esto le supone al empleado trabajar en unas condiciones de inseguridad, ya que se pueden producir caídas o golpes.

Mal funcionamiento del equipo:

Los sistemas activos, pueden incluir defectos mecánicos y técnicos. En este caso, el mal funcionamiento puede provocar lesiones, ya que el mecanismo de accionamiento de los exoesqueletos activos, puede ejercer fuerzas adicionales sobre el cuerpo del trabajador. Además, otro de los fallos que pueden presentar estas tecnologías es la realización de gestos involuntarios que puedan provocar lesiones muy graves a los trabajadores.

*** RIESGOS ERGONÓMICOS.**

Rozaduras y heridas en la piel:

Debido a las posibles presiones y fricción de los materiales del exoesqueleto o del propio peso de este con las partes del cuerpo de los empleados, es posible que durante la jornada laboral en el caso de un uso prolongado pueda provocar irritaciones o incluso heridas en la piel. (INRS, 2018)

Dificultades de colocación:

Estos dispositivos van a ir ajustados al cuerpo, de manera que trabajador y exoesqueleto sean una sola persona. No obstante, dependiendo del peso del exoesqueleto o de sus características, es posible que sea difícil para el trabajador ponérselo o quitárselo. En este sentido, se han encontrado varias limitaciones con respecto al diseño de los exoesqueletos en los lugares de trabajo. En caso de emergencia, la evacuación del lugar de trabajo es fundamental para garantizar la seguridad y la salud. Por lo tanto, la eliminación rápida de un exoesqueleto es



esencial. También debe de considerarse que el empleado no va a trabajar con una segunda persona que le ayude a ponérselo o quitárselo, por lo que los diseñadores también deben considerar situaciones en las que los trabajadores pueden estar solos.

Aumento de la carga física global:

Debido al peso del exoesqueleto, se han realizado numerosos estudios que muestran que los exoesqueletos pueden reducir el estrés físico en las áreas locales del cuerpo, como las articulaciones de los hombros o la columna vertebral inferior. Sin embargo, como recuerdan Theurel, Desbrosses, Roux & Savescu, (2018), al mismo tiempo puede ser relevante que la redistribución del estrés físico conduzca a mayores cantidades de estrés en otras regiones del cuerpo, si las fuerzas no se transfieren al suelo. Tras una serie de estudios, se llegó a la conclusión de que un exoesqueleto para la parte superior del cuerpo aumenta la carga en la columna lumbar.

Aumento del ritmo cardiovascular:

Como consecuencia de lo anterior, debido al esfuerzo y peso del propio equipo, por el peso del exoesqueleto y la realización de ciertos movimientos y como se ha demostrado en numerosos estudios como el de Theruel y colaboradores (2018), poner una estructura externa como un exoesqueleto en el cuerpo de un trabajador, podría tener efectos fisiológicos negativos ya que el peso adicional de un exoesqueleto posiblemente aumenta los problemas cardiovasculares y una mayor necesidad de consumo de oxígeno, derivado de un mayor esfuerzo físico al peso que se transportaba.

Desadaptación muscular y trastornos sensoriales:

Una dependencia excesiva de robots o exoesqueletos para el manejo manual, podría tener implicaciones para la aptitud física de los trabajadores, lo que resulta, por ejemplo, en la pérdida de densidad muscular u ósea o en la flexibilidad de las articulaciones

*** RIESGOS PSICOSOCIALES.**

Aceptación tecnológica:

Además de los efectos físicos que pueden conllevar los exoesqueletos, es necesario que tengamos en cuenta también los aspectos psicosociales que pueden influir en



el entorno laboral del trabajador portador del exoesqueleto. Como bien señala Gilotta, Spada, Ghibaudo, Isoardi & Mosso, (2018). *“La aceptabilidad de un exoesqueleto es esencial. Si se va a utilizar durante mucho tiempo, los trabajadores pueden sentirse inferiores cuando usan un exoesqueleto para cumplir con sus tareas diarias, ya que el aspecto físico ligado con el rendimiento del trabajador también está relacionado con el dispositivo lo que llevaría la trabajador a no aceptar el exoesqueleto”* Por ello además podría producirse una estigmatización en el lugar de trabajo, ya que puede parecer que los trabajadores dependen de su apoyo lo que les lleva a sentirse inferiores.

Sensación de “súper- héroe”:

Los exoesqueletos podrían dar a los trabajadores una sensación de invulnerabilidad que podría tentarlos a correr mayores riesgos, debido a la fuerza adicional que el exoesqueleto le da al trabajador

Estrés y fatiga cognitiva:

Por incremento de exigencias de atención y concentración, así como puesta en cuestión de la experiencia de la persona trabajadora, presión de tiempos, etc.

A pesar de que existen numerosos estudios sobre exoesqueletos, que tienen en cuenta diferentes aspectos de usabilidad y funcionalidad, los efectos sobre la salud de los empleados actualmente son poco conocidos. En particular, se desconocen los efectos a largo plazo. Los estudios futuros deben abordar estos efectos orientados a la práctica de los exoesqueletos en el lugar de trabajo, para obtener resultados más fiables. Además, es necesario tener en cuenta que esta tecnología no es considerada por el INSST como un EPI, ni existe una legislación específica que la regule, lo cual generara problemas que trataremos más adelante.

Además de estos riesgos que hemos planteado, los exoesqueletos también suponen ciertas desventajas como es el coste que es muy elevado, algunos modelos van desde 24.0000 a 100.000 euros. Además, el mantenimiento es caro y debe de ser constante, por lo que las empresas no siempre lo llevan de manera correcta y esto puede generar problemas durante su uso.



3.3. RIESGOS DERIVADOS DEL USO DE DRONES

Es cierto que estos vehículos no tripulados, no solamente generan un nuevo abanico de posibilidades en cuanto a la resolución de problemas que conllevarían una importante gestión de los riesgos laborales, sino que además generan también peligros que hay que identificar, entender y gestionar, para que esta nueva tecnología genere muchos más beneficios en cuanto a prevención que los peligros que genera. Vamos ahora a tratar de identificar estos nuevos peligros.

*** SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

Caídas al mismo o distinto nivel:

Un dron va a ir pilotado generalmente por una persona, si bien es cierto que existen prototipos autónomos, no son los más empleados por las empresas. Por lo tanto, cuando el trabajador está pilotando el dron, muchas veces no sé va a dar cuenta de lo que pasa a su alrededor ya que está absorto en el trabajo y pendiente del equipo. Por lo tanto, puede ocurrir que, tanto en el acceso a la zona de vuelo, como en el propio vuelo, el piloto se pueda desplazar, de forma inconsciente pudiendo caerse, sobre todo si se encuentra con un mal terreno de trabajo. Además, durante el acceso o la salida del lugar de operación, puede incluso encontrarse con una plataforma de cierta altura, desde la cual el piloto hará volar el dron, que puede suponer riesgo de caída a distinto nivel.

Golpes, impacto y caídas de objetos y materiales:

Durante la operación del vuelo, el dron puede chocarse con objetos o elementos que estén en la trayectoria de vuelo del mismo o que el piloto no haya visto o no se hayan identificado. Cuando el dron golpea estos elementos pueden desprenderse o caerse de manera que golpeen al trabajador.

Cortes por contacto:

El profesor de Industriales de la UPM, Antonio Barrientos, explica que los drones, incluso los comerciales para uso doméstico, están dotados de hélices muy afiladas de fibra de carbono o plástico, que giran a gran velocidad y es “muy fácil” que corten si se entra en contacto con ellas. Como hemos podido leer y ver en diferentes noticias de los medios de comunicación, han sido varios los accidentes por el contacto de una persona con las hélices de un dron en especial cuando están en movimiento, aunque también o durante tareas de mantenimiento o transporte. Por lo tanto, es



necesario tener en cuenta este riesgo en la evaluación de riesgos del dron puesto que, además, puede tener consecuencias muy graves para quien sufre el accidente.

Incendio y explosión:

Algunas noticias nos han alertado sobre este riesgo, porque la mayoría de drones están compuestos por baterías de litio. Muchos expertos, señalan que es recomendable usar las baterías dentro de los márgenes del 30% y el 100%, cada vez que las bajamos de este 30% las estaremos forzando. No obstante, muchas empresas para explotar al máximo el uso de los drones, fuerzan estas baterías, lo que lleva a que estas puedan explotar o causar un incendio. Es necesario tener en cuenta quien es el proveedor del dron que se va a comprar, puesto que hoy en día existen negocios que se basan en la falsificación de drones, de tal manera que para que los drones salgan más baratos utilizan componentes en mala calidad o defectuosos, en especial baterías, que pueden incrementar la probabilidad de que se materialice este tipo de riesgo.

Seguridad vial:

Tal y como pusimos de manifiesto con anterioridad, es necesario tener en cuenta el entorno sobre el cual el piloto va a volar el dron. Es decir, durante su conducción es necesario tener en cuenta los flujos de peatones que hay en la fábrica, ya que si el campo de vuelo invade un flujo de peatones o un lugar donde puede encontrarse a peatones, es probable que se pueda generar accidentes por atropello durante estas operaciones.

*** RIESGOS HIGIENICOS**

Condiciones climatológicas.

Es necesario tener en cuenta, como hemos dicho, el ambiente en el que se va a dirigir el vuelo del dron y el lugar donde se va a situar el piloto. Es necesario contemplar los riesgos que van a derivarse del ambiente térmico, ya sea calor o frío, en el cual van a desarrollarse las operaciones del dron y analizar las posibles condiciones meteorológicas adversas que pueden afectar al trabajador.



✦ RIESGOS ERGONOMICOS

Sobreesfuerzos. Manipulación manual de cargas:

Según las dimensiones del dron, este puede llegar a pesar entre 10 y 25 kg, por lo que su manipulación requiere seguir las indicaciones establecidas en la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas, basada en el Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores. El peso del dron puede influir negativamente en la salud de las personas si se carga numerosas veces.

Posturas forzadas derivadas de la postura adoptada:

Como se pone de manifiesto, en la guía de Drones del proyecto R- EVOLUCIÓN INDUSTRIAL 4.0 (2019), las posturas forzadas adoptadas por el piloto: sentado, bipedestación, movimientos de la cabeza, hiperextensión continuo del cuello, utilización de gafas FPV, y movimientos repetitivos por el manejo de la consola de control, puede causar problemas y suponen un riesgo para el trabajador. En este sentido, debido a la duración de ciertas operaciones, el piloto puede estar horas en bipedestación o sentado por lo que deberá considerarse el riesgo por posturas forzadas. También debe contemplarse la posibilidad de tener que flexionar el tronco o adoptar otras posturas forzadas, por parte del piloto, en caso de visibilidad reducida en las zonas de actuación.

Riesgos derivados de las pantallas de visualización de datos:

Debe contemplarse dicho riesgo cuando la monitorización del dron se realice mediante una pantalla de ordenador, Smartphone u otro dispositivo tipo gafas de realidad virtual, ya que puede ocasionar mareos al piloto, sobretodo el último mencionado.

El uso de los drones en las empresas se ha convertido en un elemento clave para aumentar la seguridad en numerosos puestos de trabajo. Estos dispositivos, están desarrollando un papel clave en las fábricas inteligentes que hemos estudiado. No obstante, y como veremos más adelante, hoy en día la normativa de regulación de drones limita el uso de estos dispositivos, pero con el avance vertiginoso de esta



tecnología, que está siendo cada vez más desarrollada y junto con una legislación más madura y flexible, se irán extendiendo a la mayoría de las actividades profesionales y será difícil encontrar una actividad en la que el dron no sea de utilidad.

3.4. RIESGOS DERIVADOS DE TRABAJOS CON ROBOTS COLABORATIVOS.

La robótica colaborativa, como hemos señalado con anterioridad, es un nuevo concepto de robots diseñados para trabajar cerca de los operarios y sin barreras físicas entre ellos. Gracias a su introducción en la industria, se han eliminado tareas duras y repetitivas para los operarios, al contar con la colaboración de un robot en condiciones de seguridad. Como principal inconveniente de estas tecnologías de automatización, está el importante coste inicial de adquisición, aunque su rentabilidad es muy alta. Así mismo, otra de las principales barreras es el desconocimiento por parte de la dirección de las empresas tanto de las tecnologías, como de los riesgos reales que estas pueden generar. Vamos a establecer por tanto posibles riesgos derivados de la introducción de robots colaborativos para la composición de las llamadas fábricas inteligentes.

*** SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

Colisión entre persona y robot:

El rasgo característico de los cobots es que las personas y estos dispositivos se mueven en las mismas áreas de trabajo, esto significa que aumentará el riesgo de lesiones como resultado directo de colisiones entre personas y robots.

Riesgos por los dispositivos de seguridad del propio robot:

El riesgo indirecto de seguridad en el trabajo, también aumentará, debido a los equipos que los robots pueden estar usando, y que podría representar un peligro para los empleados cercanos. Los ejemplos incluyen láseres, fuentes de radiación, electrodos de soldadura y equipos mecánicos.

Comportamientos impredecibles de los robots:

Una característica típica es que los robots autónomos tienen más libertad de movimiento, lo que hace que su comportamiento sea más difícil de controlar para el mundo exterior. En la interacción física con el operador en un entorno de trabajo más



o menos estructurado, el aprendizaje automático (IA sub-semántica), puede dar lugar a un comportamiento impredecible por parte del robot. El aprendizaje automático puede crear riesgos, especialmente si la situación actual difiere de la situación en la que tuvo lugar originalmente el aprendizaje de los robots. La percepción incorrecta del entorno, o la respuesta inapropiada a las situaciones no planificadas que enfrenta el robot, y el razonamiento erróneo del robot o los errores en la representación del conocimiento del sistema en el que se mueve el robot, pueden causar incidentes. Además, los componentes de software pueden contener errores que provocan situaciones de alto riesgo, p.e. activación de un movimiento involuntario por parte del robot.

Riesgos de transmisiones de información incorrecta:

Los expertos en robótica señalan que *“el uso de interfaces persona-máquina basados en gestos o voz puede verse afectado por una transmisión incorrecta de órdenes y comandos”* En este sentido, estas órdenes que han sido transmitidas o interpretadas de forma incorrecta, pueden generar consecuencias muy graves y provocar accidentes para el trabajador.

Contactos mecánicos:

Uno de los riesgos principales que vamos a encontrar en materia de seguridad y al que hay que prestar especial atención, son los riesgos por contactos mecánicos entre el trabajador y el cobot. Los accidentes que ocurren debido a este factor pueden producirse por acceso a partes peligrosas durante el funcionamiento automático del dispositivo. Además, durante el ajuste, programación y mantenimiento del robot es necesario que una persona física intervenga, por lo que puede producirse una situación de riesgo por un arranque intempestivo de la máquina. Es necesario tener en cuenta también, que una mala programación del robot puede hacer que este exceda el área restringida, produciendo impactos con resguardos, que circule por encima de vallado, alcanzando zonas del exterior ocupadas, de tal manera que pueda impactar con un trabajador.

Tenemos que tener en cuenta, como señala el estudio de Wouter Steijn; Eric Luijff; Dolf van der Beek (2016), que un robot también puede encontrarse en una situación que no estaba prevista cuando estaba siendo programado. Por ejemplo, robots agrícolas autónomos, que en principio funcionan en lugares a los que las personas no van. Estas máquinas no suelen tener sensores para "ver" a las personas. Sin



embargo, esto no impedirá que personas no autorizadas se encuentren en los campos donde operan los robots y puedan producirse accidentes por contacto con los mismos.

Riesgos eléctricos:

Los robots colaborativos, como todos los robots, funcionan a partir de la electrónica. En este sentido nos podemos encontrar una serie de situaciones de riesgos ligados al contacto con partes activas del robot sometidas a tensión. Por ejemplo, quemaduras por arco eléctrico, o electrocución durante el mantenimiento, debido a elementos activos mal aislados.

Proyección de partículas:

Muchos robots colaborativos son utilizados para proceso de corte de piezas, taladros u operaciones de soldadura. En estos procesos es posible que puedan generarse trozos de escorias, partículas incandescentes o virutas de metal entre otras. De esta manera, al encontrarse un trabajador en un espacio compartido con el robot, es posible que pueda proyectarse estas partículas o fragmentos de manera violenta impactando en el trabajador y pudiendo causarle lesiones.

*** RIEGOS HIGIENICOS.**

Ruido:

Como señalamos con anterioridad, en la ISO 10218, se establecen los requisitos de seguridad para robots industriales y dispositivos robóticos, pero la norma no contempla el robot como máquina completa y no trata los riesgos debidos al ruido. No obstante, se ha demostrado tras una serie de estudios que algunos robots colaborativos pueden emitir constantes zumbidos, procedentes de los distintos motores, así como de elementos mecánicos (reductoras o engranajes) utilizados para adecuar la velocidad de los distintos ejes a la requerida para el efector final o TCP (Tool Center Point).

Vibraciones:

Muchos de los robots colaborativos emiten durante su funcionamiento, oscilaciones de partículas alrededor de un punto, que es lo que se conoce como vibraciones. En ocasiones debido a la proximidad o a la colaboración con el trabajador, estas vibraciones se pueden transmitir a una parte o a todo el cuerpo del trabajador,



pudiendo causar, en caso de exposiciones prolongadas un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.

Exposición a sustancias peligrosas empleadas en el proceso:

En función del tipo de proceso al que esté destinado el robot, éste puede emplear sustancias peligrosas para aquellos trabajadores que estén en su radio de acción. Esto es el caso de un robot destinado a realizar tareas de soldadura, pintura...

En estos casos, si el operario no lleva los EPIs adecuados y no se sitúa a una distancia de seguridad, podría inhalar o exponerse a estas sustancias tan nocivas para los trabajadores.

*** CIBERSEGURIDAD.**

Configuraciones ajenas:

Con las configuraciones ajenas hacemos referencia a el riesgo potencial de "infracciones de seguridad e intrusiones" externas a manos de personas. De esta manera y como resultado de los enlaces de Internet del robot, al cambiar la programación del software afectaría a la integridad y condiciones del robot pudiendo generar sin duda accidentes muy graves. Ejemplos de esto son el cambio de los parámetros de fuerza de las pinzas del robot, modificación del campo de recorrido de los brazos, o cambios en las velocidades de movimiento del robot. De hecho, este tipo de riesgo solo aumentará con el tiempo debido al aumento de la IA en el software. Por lo tanto, los riesgos de software deben reducirse a un nivel aceptable mediante el uso de herramientas para evitar errores potencialmente peligrosos en el control del software

Además, podemos encontrar una serie de riesgos en materia de ciberseguridad que fueron objeto de estudio por TNO (2016) y que exponemos a continuación

Información inexacta del sensor:

Se espera que se utilicen cada vez más sensores en entornos de trabajo que puedan dar a los robots "conciencia" situacional. Sin embargo, los sensores pueden proporcionar información que no se corresponde con la "realidad" como resultado de la manipulación deliberada (malware, piratas informáticos), mal funcionamiento técnico o error humano (errores de configuración, por ejemplo).

Canales bloqueados:



Un canal de comunicaciones puede estar bloqueado (bloqueo de frecuencias, ataques de denegación de servicio / sobrecarga del canal) o proporcionar información incorrecta, por ejemplo, mediante la manipulación de la señal.

Comunicaciones interrumpidas:

Existen lo que se llama, comunicaciones interrumpidas entre el robot y la "base de operaciones". Usando el canal de comunicación, un robot puede recibir instrucciones para actividades de trabajo posteriores o prioridades modificadas; al mismo tiempo, puede pasar de su estado actual a uno modificado por un centro de control. La comunicación entre el centro de control y el robot puede producir fallos en cadena que afecten a la seguridad de trabajadores.

Comunicaciones interrumpidas entre los propios robots:

Es de esperar que los robots autónomos intercambien información entre ellos a través de su red de área de robots, para llevar a cabo sus tareas de la manera más eficiente posible. Las RAN se pueden basar en tecnologías como Wi-Fi, pero también en Mobile Ad hoc NETWORKS. En las últimas décadas, el campo de la inteligencia artificial ha estado trabajando en la creación de agentes inteligentes que trabajan juntos para hacer un trabajo en particular. Las infracciones deliberadas de las comunicaciones pueden dar lugar a instrucciones incorrectas y "percepción" situacional, que podría conducir al peligro para las personas que comparten el mismo espacio físico.

Software o instrucciones manipulados:

El malware o software malicioso, puede llegar inesperadamente a un robot durante el trabajo de reprogramación, a través de una computadora portátil o medio portátil como una unidad USB, por ejemplo. Que infecten la red del robot provocando fallos en el sistema puede conllevar consecuencias muy dañinas para los trabajadores al compartir el mismo espacio que el robot. Además, del malware, los errores humanos en el centro de control pueden dar lugar a que se den instrucciones incorrectas a los robots en el lugar de trabajo. Poner robots en una configuración nocturna durante el día, por ejemplo, o cambiar a una configuración "normal" mientras se realiza el trabajo de mantenimiento puede hacer que los robots entren involuntariamente en áreas donde las personas están trabajando.



✦ ERGONÓMICOS

Movimientos repetitivos:

Del sistema mano-brazo, manipulación de piezas, accionamientos, etc.

Posturas forzadas:

Dichas posturas pueden producirse, durante el mantenimiento del robot, por la posición de reposo en fases de espera, en el accionamiento de mandos y controles. Puede producirse posturas forzadas ya que, en muchas ocasiones al trabajar en un espacio compartido, se produce una reducción de libertad de movimiento del trabajador derivado de limitaciones del espacio de trabajo, lo que produce que el trabajador no pueda adoptar las posturas y posiciones habituales traduciéndose en posibles lesiones futuras.

✦ PSICOSOCIALES.

Jornadas laborales extendidas:

Otro riesgo relacionado con la interacción máquina-humano para la salud y seguridad de los trabajadores se produce cuando se le asigna a una persona un cobot para hacerse cargo de su correcto funcionamiento. Es posible que se le envíen notificaciones y actualizaciones del estado de las máquinas en un dispositivo personal, como un teléfono personal o a su propio ordenador portátil. Esto puede conducir a exceso de trabajo de manera que los trabajadores se sienten obligados a tomar nota de las notificaciones fuera del horario laboral y su equilibrio entre el trabajo y la vida se ve alterado.

Falta de confianza en el dispositivo:

Como ya dijimos anteriormente, los robots autónomos tienen más libertad de movimiento, lo que hace que su comportamiento sea más difícil de controlar e incluso podría llegar a ser impredecible para el mundo exterior. La velocidad de acción de un robot también afecta el potencial de intervención. Al final, las personas estarán trabajando con una máquina que puede cometer errores, que pueden llegar a ser fatales. La confianza humana en los robots es, por lo tanto, un aspecto importante de la colaboración pero que si no existe dicha confianza puede generar situaciones de verdadera angustia y estrés durante la interacción con el robot.

Estrés y ansiedad:



Los robots aumentados por la inteligencia artificial en fábricas y almacenes, pueden generar estrés y una serie de problemas graves, si no se implementan adecuadamente. Si las personas se ven obligadas a trabajar al ritmo de un cobot, en lugar de que el cobot trabaje al ritmo de una persona, genera al trabajador una fuerte carga de trabajo tanto física como mental.

En la automatización e Industria 4.0, los cobots se han convertido en un componente clave en las empresas, ahora ya no son tan solo máquinas de producción si no que, son como compañeros de trabajo con los que tenemos que trabajar, teniendo en cuenta, además, que la esencia de la introducción de robots colaborativos se basa en la realización dos tareas fundamentales: por un lado, tareas muy complejas, que requieran de elevada precisión y por otro lado, tareas repetitivas, pesadas y peligrosas.

No obstante, es necesario tener en cuenta la otra cara de la moneda, dado que la implementación de la inteligencia artificial y cobots en el trabajo es relativamente nueva, y está en continuo desarrollo, solo hay evidencia incipiente de los riesgos de la salud y seguridad de los trabajadores, no obstante, estas evidencias están poco estudiadas y desarrolladas debido al continuo desarrollo y cambio tecnológico.

Lo cierto, es que la evolución tecnológica es tan rápida, que parece que nos vamos acercando ya a una quinta revolución industrial. Como se señala en el estudio TNO (2018), la interacción humano-robot crea riesgos importantes para la salud y seguridad de los trabajadores en los ámbitos físico, cognitivo y social. Además, se atreve a ir más allá, estableciendo que algún día, los cobots van a ser capaces de tener las competencias para razonar y, haciendo que los humanos se sientan más seguros. De tal manera que, los cobots demostrarán la percepción de los objetos frente a los humanos y la capacidad de predecir colisiones, adaptar el comportamiento de manera apropiada y demostrar suficiente memoria para facilitar el aprendizaje automático y la autonomía en la toma de decisiones.



3.5. RIESGOS LABORALES DERIVADOS DEL USO DE LAS TICS IOT.

Sin duda alguna nos encontramos en la era del auge de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, su avance es imparable. Hoy en día todo funciona a través de internet y de la intercomunicación. En el ámbito laboral, las empresas se han configurado entorno al IoT el Big data y la nube. Como hemos dicho, estas tecnologías han aportado grandes ventajas en el ámbito de la Prevención de Riesgos Laborales, no obstante, como llevamos explicando a lo largo del trabajo, no podemos olvidar los nuevos riesgos emergentes de esta 4ª Revolución Industrial.

En esta línea, se han publicado numerosos los estudios e investigaciones, que estudian la problemática de las consecuencias de la introducción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la salud de las personas en el trabajo. En esencia, en estos estudios alertan del aumento de los riesgos psicosociales en las empresas. La investigación psicosocial en este ámbito es cada vez más frecuente abordando la problemática de las consecuencias de la introducción de TIC en la salud de las personas en el trabajo, como son los trastornos músculo esqueléticos, dolores de cabeza, fatiga mental y física, ansiedad, temor, aburrimiento (Salanova, 2007).

Además, si a este aumento de la interconexión, le añadimos la digitalización, nos encontramos ante un gran escenario de riesgos que no han sido tenidos en cuenta. Es por ello por lo que, vamos a centrar este estudio en dos de los grandes riesgos y paradigmas a los que vamos a tener que hacer frente en las nuevas fábricas inteligentes y para los que se hace necesario un desarrollo legislativo mucho más avanzado.

3.5.1. CIBERSEGURIDAD.

Como hemos ido avanzando anteriormente, nos encontramos en un nuevo contexto tecnológico en el que hemos visto que más allá de los riesgos existentes se han ido configurando otros nuevos. Es por ello por lo que se hace necesario abrir este apartado ya que los riesgos para la ciberseguridad han crecido a un ritmo exponencial, debido al incremento de la interconexión de las cosas y las personas. En este sentido, la seguridad, hasta mediados del siglo XX, estuvo constituida por los aspectos de su componente física, fundamentalmente relacionados con la protección de las personas: su vida, salud y bienestar, y los activos tangibles de las



empresas: edificios, maquinaria, mercancías etc. Sin embargo, desde el momento en que los sistemas electrónicos empiezan a desarrollarse de manera generalizada, y los medios tecnológicos comienzan a incorporarse a los procesos empresariales, este concepto de seguridad tradicional se ha modificado y se ha extendido a nuevos campos de actuación. No se trata solo de proteger la tecnología que automatiza procesos productivos y abarata costes, sino que esta tecnología ha propiciado el reconocimiento de que también los aspectos lógicos deben ser protegidos, esto es, los datos empresariales, tratados o almacenados en los sistemas de información, son tremendamente valiosos y forman parte de los activos intangibles de la empresa. (Hernández Encinas, y Espinosa García, 2016)

Podemos poner una gran cantidad de ejemplos de ataques tanto a las empresas como a los propios trabajadores en cuanto a ciberseguridad. Uno de ellos, fue el ataque informático a EDP o el ciberataque a la cadena SER. Es por ello por lo que, desde hace ya algunos años existe una preocupación cada vez mayor en las empresas acerca de las amenazas que se ciernen sobre estos elementos lógicos y su capacidad para enfrentarse a ellas. Hemos visto que son muchas las ventajas de la digitalización y la conectividad, pero, al mismo tiempo, han introducido una serie de riesgos que son necesarios tener en cuenta. Debido a esta masiva digitalización e interconexión, ha aumentado la superficie de exposición de las empresas a ciberataques, creando un riesgo evidente para la salud y seguridad de los trabajadores entendida esta como un paso más del ámbito físico.

Vamos a tratar de exponer algunos de los riesgos que pueden correr las empresas derivados de los ciberataques.

*** Secuestro de datos.**

Una amenaza de seguridad importante que afecta a muchos usuarios de Internet hoy en día es el spyware que es un software malicioso que intenta monitorear silenciosamente el comportamiento de los usuarios, registrar sus hábitos de navegación web o robar sus datos sensibles, como las contraseñas. En general, el spyware se refiere a una categoría de software malicioso que monitorea las operaciones de un usuario sin su consentimiento, generalmente en beneficio de un tercero. El spyware existe en muchas formas y realiza acciones de diferentes niveles de malicia.



Otro ejemplo de secuestros de datos son los ataques llamados Ransomware este se trata de programa de software malicioso que infecta los ordenadores y muestra mensajes que exigen el pago de dinero para restablecer el funcionamiento del sistema. Este tipo de malware, es un sistema criminal para ganar dinero, que se puede instalar a través de enlaces engañosos incluidos en un mensaje de correo electrónico, mensaje instantáneo o sitio web. El ransomware, tiene la capacidad de bloquear la pantalla de un ordenador o cifrar archivos importantes predeterminados con una contraseña.



Ilustración 12 Ejemplo de ransomware malicioso. Fuente: <https://vxug.fakedoma.in/papers/ransomware-growing-menace-12-en.pdf>.

✘ Suplantación de la identidad.

También conocido como phishing, es una forma automatizada de ingeniería social, los delincuentes utilizan Internet para extraer de manera fraudulenta información confidencial de empresas e individuos, a menudo personificando sitios web legítimos. Es decir, los hackers elaboran un sitio web que a simple vista parece el oficial, pero lejos de ser así tratan de obtener información de los diferentes usuarios que van introduciendo sus datos en la página web. Para las instituciones financieras, el phishing es un problema particularmente malicioso, ya que la confianza forma la base de las relaciones con los clientes, y los ataques de phishing socavan la confianza en una institución. De nuevo, el robo de información es el fin principal



Otro ejemplo en el que se suplanta la identidad es el conocido como entre los ataques las estafas Business Email Compromise (BEC), que en palabras de Ana Ayerbees un tipo de ataque que consiste en suplantar la identidad de una persona vía email, para engañar a otra con el fin de que realice una transferencia económica a una cuenta controlada por el estafador. Estos ataques están diseñados específicamente para cada víctima y este nivel de personalización provoca que superen los filtros de spam y otras protecciones. Todo esto plantea que la educación a todos los niveles del personal de la empresa en medidas higiénicas de ciberseguridad es fundamental como medida preventiva frente a ciberataques.

✱ Ciberacosolaboral.

Además de las expuestas anteriormente encontramos numerosas técnicas para infectar los dispositivos habilitadores de esta Cuarta Revolución Industrial. Pero el verdadero problema al que nos remitimos en este estudio es lo que pueden hacer estos ciberdelincuentes con esta información o lo que pueden llegar a hacer en nuestros dispositivos.

Los hackers están utilizando como canal dispositivo de uso muy extendido en las empresas como las ya explicadas impresoras en 3D o los drones de manera que estos piratas informáticos podrían obtener acceso a los registros de drones a través del sitio web y obtener datos personales. Permitiendo a los piratas informáticos robar información personal de los trabajadores de las empresas.

Uno de los problemas más frecuentes que pueden sufrir los propios trabajadores de las empresas es el ya tan extendido cyberbulling o ciberacoso laboral.

Estos nuevos métodos de gestión digitalizados están conduciendo a comportamientos de trabajadores que generan un potencial riesgo para su salud ya que trabajan en un entorno donde sienten que cada movimiento es observado y juzgado y en entornos donde saben que la violencia psicosocial como el acoso cibernético están a la orden del día.

Los datos personales son uno de los principales objetivos de los ciberdelincuentes, que los pueden utilizar para el envío masivo de spam en el mejor de los casos, pero también para chantajear y estafar a las personas de las que ha obtenido cierta información.



Sin duda uno de los grandes problemas al que vamos a tener que hacer frente es al paso del antiguo “mobbing” al ciberacoso laboral. Como establece Hernández, Espinosa, (2016), hablamos de una nueva forma de violencia que va en aumento, la violencia digital o violencia virtual en el trabajo, denominado como “ciberacoso”. Este término no se encuentra recogido en nuestro actual diccionario de la Real Academia Española de la Lengua (RAE), pero tampoco lo regula la legislación laboral, ni los protocolos preventivos lo cual es un gran problema que afecta de manera directa a la salud y seguridad de los trabajadores.

Con el aumento de los ciberataques que hemos expuesto anteriormente, la información de las personas se puede hacer pública y no sólo esto si no que gracias al aumento de las TICs y uso de dispositivos electrónicos, las inhibiciones de los acosadores se reducen en este entorno cibernético ya que pueden ser usuarios anónimos que tienen información de los usuarios, lo que significa que las víctimas a menudo no pueden defenderse. Además, el acoso cibernético en el contexto de las tecnologías de comunicación, puede trascender el espacio y el tiempo y suceder tanto en el exterior como en el interior de los espacios de trabajo, por lo que es complicado detectar y demostrar que se produce en el ámbito laboral. Pero, esta intimidación claramente pone a los trabajadores en riesgo de violencia y acoso psicosocial y se ha demostrado en repetidas ocasiones que conduce a una baja moral del personal, un compromiso reducido y una menor satisfacción laboral. Además, en palabras de Pachés (2018), la violencia virtual en el trabajo repercute en muchos otros ámbitos. No solamente afecta a los empleados sino también a los lugares de trabajo, los compañeros, los empleadores, las familias y la sociedad en general. La violencia digital en el trabajo puede ser gravemente perjudicial para el estado de salud de la persona. El incremento de la violencia digital en los lugares de trabajo guarda estrecha relación con la insatisfacción en el trabajo. En casos extremos, puede producir importantes cuadros de ansiedad, depresión, de estrés postraumático, e incluso llevar a una persona al suicidio.

Es por ello por lo que consecuentemente y en palabras de David González, responsable de ciberseguridad de IK4-IKERLAN (Spri, 2016) *“se puede afirmar que la ciberseguridad es uno de los habilitadores digitales más importantes de esta nueva era, ya que se erige como pieza fundamental y necesaria para garantizar la seguridad y protección de las nuevas tecnologías, sistemas productivos a lo largo de*



toda la cadena de valor” Y además añadir que, también de la seguridad para los trabajadores.

3.5.2. EL TECNOESTRES.

Hoy en día a través del uso de los dispositivos muchos trabajadores pasamos mucho tiempo fuera de nuestras jornadas laborales conectados a los teléfonos del trabajo o al email. Además, esto se ha visto incrementado durante estos últimos meses ya que el teletrabajo ha sido la forma de trabajo que han adoptado muchas empresas, ante la pandemia del COVID- 19. Los trabajadores han estado conectados prácticamente las 24 horas del día, de tal manera que no se podía distinguir entre la jornada laboral y la vida personal, lo que sin duda está generando muchos riesgos para la salud de los trabajadores.

Como se explica en el estudio realizado por Salanova, (2007), el tecnoestrés fue acuñado por primera vez por el psiquiatra norteamericano Craig Brod en 1984 en su libro ‘Technostress: The Human Cost of the Computer Revolution’. Lo definió, como una enfermedad de adaptación causada por la falta de habilidad para tratar con las nuevas tecnologías del ordenador de manera saludable. Hace referencia a los problemas de adaptación a las nuevas herramientas y sistemas tecnológicos. Además, se entiende el tecnoestrés como ‘una enfermedad’ y lo más relevante es que está causada por una falta de habilidad o incompetencia de los usuarios. Además, otros autores, han ido introduciendo, con posterioridad, matizaciones como que el tecnoestrés es también una enfermedad y que se debe principalmente al creciente estrés que produce la invasión en la vida diaria de teléfonos móviles, e-mails.

Con esta masificación de las nuevas tecnologías, el tecnoestrés ha aparecido en las empresas, generando un gran impacto tanto a nivel individual como para las propias organizaciones. Para sensibilizar y acercarnos un poco más a esta gran problemática que está en pleno apogeo, en un mundo en el que los trabajadores están sufriendo cada vez más daños mentales y físicos generados por el uso excesivo que hacemos tanto dentro como fuera de la jornada laboral de las TICs, vamos a exponer los diferentes tipos de riesgos que pueden sufrir todos derivados de la misma base que es el estrés.



✦ Tecnofatiga.

La tecnofatiga aparece en los trabajadores como consecuencia del uso intensivo y periódico que hacen de las tecnologías. Debido a la gran sobrecarga mental que tienen que soportar los trabajadores, presentan cuadros de ansiedad, fatiga, escepticismo e ineficacia lo que produce un rechazo a la tecnología.

✦ Tecnoadicción.

Entre los efectos claramente nocivos que podemos encontrar del desarrollo de la Cuarta Revolución Industrial, este es sin duda uno de los más evidentes. La tecnoadicción se ha convertido en una patología casi palpable en todos los ámbitos de la vida, tanto privada como laboral. Nosotros nos centramos en el laboral. En este sentido, la tecnoadicción se puede equiparar a las *“adicciones producidas por agentes farmacológicos que actúan sobre el sistema nervioso.”* Lo que esto supone es que los trabajadores tienen una necesidad incontrolable de manejar los dispositivos tecnológicos de manera continuada en cualquier sitio, tanto en el entorno laboral como en el entorno privado. De esta manera, lo que se genera es un hábito compulsivo e irresistible, que desemboca en actitudes obsesivo-compulsivas de necesidad de uso de las TICS.

Además, existe una variante que está tomando fuerza en los últimos años, el síndrome de FOMO. Como explica Servián Franco, (2018), se trata de un nuevo trastorno caracterizado por el temor a un miedo social que siempre ha existido: la exclusión. Se trata de esa sensación amarga de sentir que nos estamos perdiendo algo de lo que otros están disfrutando. Este sentimiento comienza como una simple percepción, que crece y nos mortifica, hasta el punto de necesitar mantenernos siempre conectados para que nada se nos pase por alto. En este sentido, se trata de un trastorno producido por la necesidad de estar conectado y pendiente en todo momento, de las diferentes aplicaciones proporcionadas por las TICS.

✦ Tecnoansiedad.

En palabras de Salanova, (2007), la tecnoansiedad es el tipo de tecnoestrés más conocido, en donde la persona experimenta altos niveles de activación fisiológica no placentera, y siente tensión y malestar por el uso presente o futuro de algún tipo de TIC. La misma ansiedad lleva a tener actitudes escépticas respecto al uso de



tecnologías, a la vez que pensamientos negativos sobre la propia capacidad y competencia con las TICS.

En este sentido, los trabajadores no son capaces de afrontar la presión y la carga de trabajo tan exigente derivadas del uso de las TICS, lo que va a generar tensión, malestar, pensamientos negativos sobre falta propia de capacidad y actitudes de rechazo o miedo hacia la tecnología.

Además, un tipo específico de tecnoansiedad, es la tecnofobia, que se focaliza en la dimensión afectiva de miedo y ansiedad hacia la TIC. Jay , (1981) define la tecnofobia en base a tres dimensiones, resistencia a hablar sobre tecnología o incluso pensar en ella, miedo o ansiedad hacia la tecnología, y pensamientos hostiles y agresivos hacia la tecnología.

El tecnoestrés se ha convertido, sin duda, en uno de los grandes problemas en esta 4º Revolución Industrial. Sin embargo, la falta de conocimiento y sensibilización en la sociedad, hace que las fabricas no sean capaces de afrontarlo suponiendo un grave riesgo para los trabajadores. Por ello, se hace necesario que se incluyan en los desarrollos normativos, a nivel legislativo, además de a nivel empresarial, en las evaluaciones de riesgo, un apartado que tenga en cuenta la gran problemática que supone el tecnoestrés. Asimismo, sin duda alguna es necesario elaborar un plan formativo que tenga en cuenta esta cuestión. Una correcta formación de los trabajadores sobre cómo hacer frente a las nuevas tecnologías, mejorando sus habilidades y competencias, es la manera más eficaz de que estos desarrollen actitudes motivadoras que logren acabar con el temor y rechazo a las tecnologías.



4. INDUSTRIA 4.0 Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

4.1.- MARCO NORMATIVO ACTUAL.

En la actualidad contamos con un marco normativo amplio en prevención de riesgos laborales. No solo tenemos que fijarnos en Convenios diversos de la OIT, sobre salud y seguridad en el trabajo, tanto generales (Convenios 155 y 187) como específicos, sino también en una abundante normativa de la UE, en particular en la Directiva Marco 89/391/CE y en sus desarrollos.

Pero centrándonos en España, ya en el año 1978, momento en el que se aprueba la Constitución Española, existía una preocupación, no solo por la integridad física y psíquica de los ciudadanos (artículo 15 CE), sino también por la salud y seguridad de los trabajadores. En este sentido (artículo 40.2 CE), se mandaba a los poderes públicos que velaran por la seguridad e higiene en el trabajo.

El punto de inflexión, se produjo con la aprobación, en 1995, de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales. Una ley que establece el marco preventivo, en el que nos movemos en la actualidad, y que recoge todas las obligaciones y derechos al respecto, así como las responsabilidades que derivan del incumplimiento de la normativa preventiva.

El objetivo central de la LPRL y sus desarrollos, es el de conseguir un adecuado nivel de protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a riesgos derivados de las condiciones de trabajo. Además, es una ley de mínimos mejorable, lo que permite aumentar dicha protección incluso.

Más concretamente, la LPRL regula los siguientes aspectos:

- Los derechos y obligaciones de los trabajadores a su protección.
- Actuaciones que deben de seguirse en caso de emergencia o riesgo grave inminente.
Las garantías y derechos que están derivados y relacionados con la vigilancia de la salud con especial atención de la confidencialidad y el respeto a la intimidad de estas acciones.
- Obligaciones de los empresarios en materia de prevención de riesgos laborales.
- Derechos de consulta y participación de los trabajadores en relación a la salud y seguridad.



- Las obligaciones básicas que afectan a los fabricantes e importadores y suministradores (de maquinaria, equipos, productos...)
- Régimen de responsabilidades y sanciones.

De los desarrollos de la LPRL, hay algunos que son fundamentales para evaluar los riesgos que se derivan de la industria 4.0, y para planificar medidas preventivas. Destacaríamos entre otros el Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, el Real Decreto 486/1997, de seguridad y salud en los lugares de trabajo, el Real Decreto 487/1997, relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores, el Real Decreto 488/1997, sobre equipos que incluyen pantallas de visualización, el Real Decreto 664/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, el Real Decreto 665/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, el Real Decreto 773/1997, sobre utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, y el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

A pesar de que nos encontramos con una normativa de hace muchos años, esta es bastante generalista y nos permite aplicarla a la situación actual, es decir, a los riesgos derivados de la industria 4.0, aunque evidentemente es mejorable.

Finalmente, es preciso hacer referencia al Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y que fue modificado por Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo. Es una norma importante, por que regula la organización de la prevención de riesgos laborales en las empresas. En tiempos en los que todo cambia tanto y tan deprisa, es necesario tener buenos recursos materiales y humanos para abordar mejor esta situación. Uno de los pilares fundamentales estará en la formación y su actualización continua.



4.2.- LAGUNAS LEGALES EN RELACIÓN A LA INDUSTRIA 4.0.

En el apartado anterior, hemos visto, parte de la normativa que configura el marco de la Prevención de Riesgos Laborales en España. Sin embargo, este marco regulador, no ha evolucionado al mismo ritmo que los cambios tecnológicos introducidos en nuestra industria.

El principal problema radica en que no se ha elaborado una normativa específica, que aborde los principales problemas que hemos visto a lo largo de este trabajo, problemas que, en esencia, tienen que ver con integración del mundo virtual con el mundo real. Es decir, a pesar de la introducción de tecnologías tan revolucionarias, los expertos y legisladores se han limitado a introducir una serie de preceptos dentro de los Reales Decretos y de la normativa existente, normativa que, por otro lado, tiene muchos años.

En realidad, se debería de hacer una exhaustiva y completa evaluación de todos y cada uno de los posibles peligros que entrañan estas tecnologías, para así poder ver las necesidades legislativas en materia de prevención de riesgos laborales que estas generan. Es por ello por lo que, se hace necesario desarrollar un marco normativo específico que permita solucionar las deficiencias que encontramos en la legislación actual, y que, por lo tanto, se adapte a estos nuevos tipos de trabajo, teniendo en cuenta todas y cada una de sus singularidades.

4.3.- RETOS DE FUTURO EN MATERIA PREVENTIVA EN LA INDUSTRIA 4.0.

Como consecuencia de todo lo que hemos manifestado anteriormente, van a requerirse cambios en la forma de entender la prevención de riesgos laborales, ya que enfrenta y va a enfrentarse a nuevos paradigmas.

Por una parte, esta disciplina se va a tener que enfrentar a los retos derivados de los riesgos que genera la introducción de las herramientas físicas en los puestos de trabajo de las fábricas (cobots, fabricación aditiva, drones...). Por otra parte, tendrá que hacer frente a los desafíos planteados debido a la aplicación y uso de las tecnologías que captan analizan y aprenden del dato (IoT, La nube, Big Data...).

En cuanto a los primeros, podemos hacer referencia a los retos que van a suponer las nuevas y continuadas relaciones cada vez más evidentes entre hombre-máquina. En este sentido, y como hemos manifestado a lo largo del trabajo, la introducción de estas herramientas va a generar nuevas formas de materialización de los riesgos en



materia de seguridad, como consecuencia del trabajo en espacios compartidos entre personas y máquinas.

Otro de los desafíos a los que se va a enfrentar la prevención, es a la ampliación de la vida laboral de los trabajadores, que va a derivarse del uso de estas nuevas tecnologías. La aplicación de tecnologías que aumentan y mejoran las capacidades de las personas, como es el caso de exoesqueletos o vehículos autónomos, van a permitir que los trabajadores se jubilen a una edad mucho mayor, debido a que van a posibilitar que una población envejecida continúe trabajando. Esto consecuentemente, se va a traducir en una mayor exposición a los riesgos durante mucho más tiempo, además de verse incrementada la probabilidad de que desarrollen problemas de salud que deriven en enfermedades causadas por la exposición acumulada a este tipo de peligros, con el añadido de que, debido a la edad, las lesiones de un accidente de trabajo tenderán a ser más graves.

Ya advertimos, que muchos dispositivos no tienen una reglamentación específica en materia preventiva, por lo que es necesario que se desarrolle y se evalúe de forma exhaustiva la seguridad de estas tecnologías ya que, muchas veces, existe una idea equivocada. Se introducen con la falsa percepción de que se están eliminando todos los peligros conocidos, pero sin tener en cuenta que van a introducirse nuevos riesgos que necesariamente van a tener que ser identificados.

Por otra parte, en cuanto a los desafíos que surgen como consecuencia de la aplicación y uso de las nuevas tecnologías de la información, la PRL va a tener que enfrentarse a un aumento de las enfermedades derivadas de los riesgos psicosociales. En el futuro, se espera un aumento de las diferentes formas de estrés laboral explicadas anteriormente, por la falta de habilidades en la gestión del cambio y por el incremento de las tareas de monitorización de los procesos automatizados. Es por ello por lo que, se hace necesario que desde la prevención de riesgos laborales se desarrollen y se pongan en práctica una serie de mecanismos que ayuden a las personas trabajadoras a gestionar los cambios que se les planteen y así poder lograr un equilibrio entre la vida personal y laboral.

Además de ello y a consecuencia de estas tecnologías los espacios de trabajo han cambiado. Uno de los grandes cambios que se han introducido en este sentido y que ha ido ganando peso con la crisis del COVID- 19, es el teletrabajo. Muchas de las



empresas que han adoptado este sistema productivo no estaban suficientemente preparadas para ello, de manera que, el teletrabajo ha supuesto una fuente de peligro. Según la CEPYME, “solo el 14% de las pymes podrá trabajar en remoto” (Gilpérez, 2020). Muchos trabajadores se han visto “esclavos del ordenador” incrementándose su estrés, debido a la dificultad para fijar un horario y desconectar de la vida laboral. Además, el hecho de trabajar en casa muchas veces hace que el empleado esté disponible las “24 horas del día”, no marcando una diferencia entre su vida personal y laboral. Es por ello por lo que, uno de los desafíos a los que se van a tener que enfrentar las organizaciones, es al de los riesgos de sobre todo ergonómicos y psicosociales, derivados del teletrabajo.

Por otro lado, la introducción de las nuevas tecnologías, precisa de una formación especializada para que los trabajadores las puedan utilizar de forma segura, y una formación que se centre en los riesgos ergonómicos y psicosociales. Hasta ahora, la consideración de este tipo de riesgos ha sido menor, pero en el nuevo mundo en el que vivimos habrá que tenerlos en cuenta cada vez más. La prevención de riesgos laborales tiene que abordar necesariamente esta cuestión, de manera que obligue a los empresarios a desarrollar planes de capacitación o de fortalecimiento de las habilidades de los trabajadores, para afrontar los retos y situaciones que podrían tener consecuencias sobre la salud del trabajador debido al uso de cualquiera de las nuevas tecnologías.

Finalmente, hay que destacar que las nuevas tecnologías se están desarrollando cada vez más y más rápido, y que nos encontramos con una disciplina, la preventiva, que muchas veces va por detrás de esos avances. Esto se ha hecho más evidente en estos últimos días, en los que la crisis sanitaria del COVID- 19, ha hecho más perceptible la necesidad de explotar al máximo las nuevas tecnologías.

Pese a encontrarnos ya sumidos en la 4ª Revolución Industrial, se han planteado numerosos problemas en torno a esta cuestión, ya que muchas empresas españolas no estaban realmente preparadas para adoptar modelos de digitalización y uso de las TICs de manera masiva, por lo que nos hemos encontrado problemas que seguramente van a derivarse en posteriores enfermedades derivadas del trabajo. Un ejemplo de ello es el de la ciberseguridad que “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).

El marco normativo de la prevención de riesgos laborales debe de adaptarse a la legislación actual, y, por otra parte, toda la sociedad debe de seguir trabajando para que exista una verdadera cultura preventiva, que nos beneficiará en cualquier situación y en cualquier tipo de industria.



5. CONCLUSIONES

Como se puede observar tras la lectura de este trabajo, la industria tradicional ha cambiado por completo. Las fábricas se han convertido en una auténtica red de procesos perfectamente integrados y digitalizados a lo largo de toda la cadena de valor de las empresas. Estas nuevas fábricas inteligentes, sin duda, están aquí para quedarse e ir desarrollando y explotando cada vez más su potencial. Estos cambios han influido en todos y cada uno de los componentes organizativos, siendo uno de los más evidentes el de la Prevención de Riesgos Laborales.

En la introducción, planteábamos la cuestión de que, en este nuevo contexto organizacional, ha surgido un nuevo paradigma en torno a la disciplina de la Prevención de Riesgos Laborales, los nuevos riesgos emergentes y la dificultad de adaptación de nuestra normativa. Es por ello, que en este trabajo hemos podido estudiar con profundidad como estas nuevas tecnologías influyen en la salud y seguridad de los trabajos y, fruto de su análisis, hemos podido extraer una serie de conclusiones.

En primer lugar y acercándonos a la 4ª Revolución Industrial, observamos que las diferentes tecnologías que encontramos en este nuevo contexto tienen un gran potencial para eliminar y reducir los riesgos laborales. De esta manera, su introducción en la industria ha permitido reducir trabajos penosos y mejorar las condiciones de los trabajadores.

En segundo lugar, es fundamental entender que la digitalización y el uso de las TICS no ha eliminado por completo los riesgos, sino que, se han introducido otros nuevos. Hemos podido analizar las diferentes tecnologías que principalmente encontramos hoy en día en las industrias, y gracias a un profundo estudio bibliográfico, hemos podido manifestar los diferentes tipos de riesgos que vamos a encontrar debido a la introducción de estas tecnologías en las fábricas. De esta manera, entendemos que estas tecnologías han introducido nuevos riesgos, en esencia aquellos que se derivan de las interfaces entre hombre-máquina ya que muchas tecnologías se han convertido en auténticas compañeras de trabajo. Además, debido a su uso intensivo, la complejidad o el miedo a las mismas, nos vamos a tener que enfrentar a un escenario donde los riesgos psicosociales cobran una especial importancia, siendo su manifestación por excelencia el tecnoestrés. No obstante, en este sentido,



entendemos que las tecnologías por si solas no producen riesgos, sino que es la manera en la que se utilizan el factor determinante. Es por ello por lo que es de vital importancia establecer una buena evaluación de riesgos, así como una correcta formación a todos los niveles, para así reducir muchos accidentes y enfermedades provocadas por el desconocimiento o la falta de formación.

En tercer lugar, como consecuencia del análisis de estos nuevos riesgos emergentes, nos planteábamos la pregunta de si nuestro marco normativo de prevención de riesgos estaba a la altura del desarrollo tecnológico actual. Pues bien, hemos expuesto este marco normativo y nos hemos encontrado con una serie de problemas que principalmente radican en la fecha de publicación de nuestra ley de prevención, por excelencia, la LPRL, que es de 1995. Respondiendo a esta pregunta, entendemos que pese a ser una ley que entiende muy bien la importancia de la prevención de riesgos, junto con extenso desarrollo reglamentario, éste no cubre de manera suficiente los retos que hay en la actualidad. Entendemos que en los nuevos tiempos en los que nos encontramos, donde las empresas están realizando una autentica reindustrialización, es necesario que exista una legislación sólida, actualizada y adaptada a esta nueva realidad.

Hace unos días se publicó una sentencia en la que el legislador declaraba la improcedencia del despido de una trabajadora que fue sustituida por un robot. En nuestra opinión, estos casos van a estar a la orden del día en unos años, por lo que se precisan soluciones previas. Es necesario adaptar la normativa, para evitar vernos en estas situaciones que también desencadenan posibles riesgos en la salud de los trabajadores, siendo necesario revisar y proteger el concepto de las personas trabajadoras, condiciones de trabajo y el impacto de las nuevas tecnologías.

En definitiva, lo que hemos intentado con este trabajo es acercarnos a la Industria 4.0, para así observar la aparición de nuevas formas de riesgos asociados a la continua relación entre hombre y máquina. Hemos podido conocer y comprender las nuevas necesidades en materia preventiva en la industria 4.0, así como su complejidad actual y los retos que van a plantearse en el futuro. De esta manera, llegamos a la conclusión de que, tras analizar la normativa actual, existen ciertas lagunas en esta materia respecto a situaciones que se dan en la nueva industria, y que tienen que ser solventadas, siendo un buen camino a seguir, la integración



progresiva de las nuevas tecnologías en los marcos legislativos, así como una correcta cultura preventiva. Fruto de esto, se podrán cubrir las necesidades tanto actuales como futuras derivadas de la 4ª e incluso 5ª Revolución industrial.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

ARGOTE J.I. (2018). “Fabricación aditiva: riesgos laborales y medidas de control para la seguridad y la salud en el trabajo” <https://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/223891-Fabricacion-aditiva-riesgos-laborales-medidas-control-para-seguridad-salud-trabajo.html>. (consultada el 4 mayo de 2020).

BLANCO, R; FONTRDONA, J; POVEDA, C (2011). “La Industria 4.0: el estado de la cuestión”, *Revista de Economía Industrial*, Ministerio de Industria ,Comercio y Turismo
<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,%20FONTRDONA%20Y%20POVEDA.pdf> (consultado del 16 de abril de 2020).

CHAVES PALACIOS, J (2004). “Desarrollo tecnológico en la Primera Revolución industrial” . *Revista de Historia*, vol. 17, pp. 93 a 109.

FEMEVAL (2019). Prevención y retos 4.0,
<https://www.femeval.es/dam/jcr:59be7c28-1c13-4d42-b77c-62120f061075/GUIA%20PREVENCION%20Y%20RETOS%204.0.pdf> (consultado el 25 de mayo de 2020)

GAVIN O’GORMAN, GEOFF MCDONALD (2012). “Ransomware: A Growing Menace” Symantec,
<https://vxug.fakedoma.in/papers/ransomware-growing-menace-12-en.pdf>.

GENERALITAT VALENCIANA (2019). Prevención y retos 4.0.Los exoesqueletos.
<https://www.femeval.es/dam/jcr:57e9814c-7825-4db7-b4d99-1b3ba12ce75d/GUIA-EXOESQUELETOS.pdf>. (consultado el 8 de mayo de 2020).

GERMANY TRADE INVEST (2014). *Industry 4.0: Smart Manufacturing for the future*,
[file:///C:/Users/usuario/Desktop/GTAI%20-%20industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Desktop/GTAI%20-%20industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en%20(1).pdf). (consultada el 23 de Abril de 2020).

GILLOTTA, S., SPADA, S., GHIBAUDO, L., ISOARDI, M. AND MOSSO, C. (2018): “Acceptability beyond Usability: A Manufacturing Case Study. Paper presented at the Congress of the International Ergonomics Association.”

HERNANDEZ, L.; ESPINOSA, J. (2016): “Una visión de la Seguridad Integral para una Formación Global en Seguridad” *Revista transformación digital*.



<https://www.revistatransformaciondigital.com/2016/04/02/una-vision-la-seguridad-integral-una-formacion-global-seguridad/>. (consultada 18 mayo de 2020).

INRS (2018). *Acquisition e intégration d'un exoesquelette en entreprise. Guide pour les preventeurs*. p.14. <file:///C:/Users/usuario/AppData/Local/Temp/ed6315.pdf> (consultada el 10 de mayo de 2020).

I-SCOOP (2019). *Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0* <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/4/> (consultada el 22 de marzo de 2020).

JOYANES AGUILAR, L (2017). “Ciberseguridad: la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0)”, *Cuadernos de estrategia*, núm. 185, 2017 (Ejemplar dedicado a: Ciberseguridad: la cooperación público-privada), pp. 19-64.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W. y HELBIG, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*. Working Group. Ulrike Findelee: Acatech – National Academy of Science and Engineering.

LABEL GROUP (2016). Declaraciones de Wolfgang Dorst, <https://www.labelgrup.com/declaraciones-wolfgang-dorst> (consultado el 22 de abril de 2020).

LASTRA LASTRA, J.M (2017). “Rifkin, Jeremy, La Tercera Revolución Industrial” *Bol. Mex. Der. Comp.* vol.50 no.150, México.

LÓPEZ ZAFRA , JM (2020). “Big data contra el coronavirus” https://www.vozpopuli.com/opinion/coronavirus-big-data-ciencia-datos_0_1332167348.html. (consultada el 2 de junio de 2020).

MALUQUER DE MOTES, J. “Los pioneros de la segunda revolución industrial en España: la Sociedad Española de Electricidad (1881-1894)” *Revista de Historia Industrial*, núm. 2, pp. 121-142.

MOKIR, J (1987). “La Revolución Industrial y la nueva historia económica (I)” *Revista de historia económica*, núm. 2, pp. 203 y ss.

MOORE, P. V (2018). *The threat of physical and psychosocial violence and harassment in digitalized work*, OIT, <https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/—>



[ed_dialogue/---actrav/documents/publication/wcms_617062.pdf](#) (consultado el 23 de abril de 2020.)

RAE (2020). Definición de dron <https://dle.rae.es/dron> (consultada el 7 de mayo de 2020).

VICENTE PACHÉS, F (2018). *Ciberacoso en el trabajo*, Editorial Atelier, Barcelona

RODRIGUEZ, A (2020). “Inteligencia artificial y `big data´ contra el coronavirus” <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20200329/4882486265/coronavirus-inteligencia-artificial-big-data-drones-robots.html> (consultada el 2 de junio de 2020).

RODRIGUEZ VIDALES, Y (2015). *Perspectivas técnicas, económicas y jurídicas del “cloud computing”(II)*, <https://confi legal.com/20151220-perspectivas-tecnicas-economicas-y-juridicas-del-cloud-computing-ii/> (consultada el 16 de abril de 2020)

SALANOVA, M. (2007). *Nuevas tecnologías y nuevos riesgos psicosociales en el trabajo*. Universidad de Huelva <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/3411> (consultado el 27 de mayo de 2020)

SAMPEDRO, J (2016). *El Ejército norteamericano, que ya inventó la lavadora y el GPS, se ha zambullido a fondo en la impresión 3-D*, El país” https://elpais.com/elpais/2016/11/09/opinion/1478691434_986117.html (consultada el 25 de mayo de 2020).

TAPIA, V (2014). “Industria 4.0 -Internet de las Cosas”, *UTC*, vol. 1(1), pp. 51-60.

THEUREL, J. DESBROSSES, K., ROUX, T. & SAVESCU, A. (2018). “Physiological consequences of using an upper limb exoskeleton during manual handling tasks”. *Applied Ergonomics*, 67, pp. 211-217.

WOUTER STEIJN; ERIC LUIJF; DOLF VAN DER BEEK (2016). *Emergent risk to workplace safety as a result of the use of robots in the work place*. https://www.researchgate.net/publication/310318802_Emergent_risk_to_workplace_safety_as_a_result_of_the_use_of_robots_in_the_work_place (consultado el 20 de abril de 2020).

TORIBIO. G (2019) “Los drones y sus usos profesionales” (consultado el 15 de mayo de 2020) <https://www.cursosteledeteccion.com/drones-actualidad/>



VAN DER LAAT ULLOA, H (1991). “Revolución industrial: Una revolución técnica”
Revista Estudios, núm. 9, pp. 66-77.

WOHLERS ASSOCIATES (2020). “Printing and Additive Manufacturing Global State of the Industry.” *Wohlers Report 2020*.



7. ANEXO DE LEGISLACIÓN.

Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores BOE núm. 97, de 23 de abril de 1997.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE núm. 27, de 31 de enero de 1997.

Real Decreto de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Por el que se establece la obligación de evaluación de los riesgos y establecimiento de planes de prevención. BOE núm. 27, de 31 de enero de 1997.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE núm. 97, de 23 de abril de 1997.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE núm. 97, de 23 de abril de 1997.

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. BOE núm. 97, de 23 de abril de 1997.

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE núm. 124, de 24 de mayo de 1997.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE núm. 124, de 24 de mayo de 1997.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE núm. 140, de 12 de mayo de 1997.



Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE núm. 188, de 7 de agosto de 1997.

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, BOE núm. 269, de 10 de noviembre de 1995.

CONSTITUCIÓN ESPAÑOLA, BOE núm. 311, de 29 de diciembre de 1978.

Directiva Marco (89/391 / CEE) del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo, DO L 183 de 29 de junio de 1989, pp. 1-8.



8. INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1.- Cronología de las Revoluciones Industriales. Fuente: DFKI (2011).....	8
Ilustración 2.- Fuente: Ruessmann – BCG (2015).....	13
Ilustración 3.- Ejemplo de prototipo de volante. Fuente: El país. Opinión, 10 de noviembre 2016.....	20
Ilustración 4.- Corazón impreso a partir de células humanas y material biológico en una impresora 3D. Fuente: www.impresoras3d.com . 6 de junio 2019.....	20
Ilustración 5.- Operario trabajando con un exoesqueleto. Fuente www.xataka.com , 15 de junio de 2018.....	22
Ilustración 6.- Repartidor portador de exoesqueleto en China. Fuente https://vandal.elespanol.com . 4 de mayo de 2020.....	23
Ilustración 7.- Dron de Agricultura de precisión. Fuente www.podcastindustria40.com . 11 de junio de 2019.....	26
Ilustración 8.- Dron especializado y destinado a espacios confinados. Fuente https://fanfan.es . 2 de junio de 2019.....	26
Ilustración 9.- AGV grupo Renault España. Factoría de Motores. Valladolid...	29
Ilustración 10.- Candado bluetooth master lock. Fuente https://es.masterlock.eu	31
Ilustración 11.: Casco con GPS y detectores de gases. Fuente Confederación de empresarios andaluces (CEA).....	32
Ilustración 12.- Ejemplo de ransomware malicioso. Fuente https://vxug.fakedoma.in/papers/ransomware-growing-menace-12-en.pdf .	57