

ÍNDICE

1. Resumen /Abstract.....	1
2. Introducción	3
3. Marco Teórico.	5
3.1.Cadena de valor y ventaja competitiva.	5
4. Industria 4.0	8
5. RFID concepto y aplicación industrial.....	10
5.1.RFID en las empresas españolas.....	11
5.2.Tipos de sistemas RFID	13
5.3.Frecuencia (Hz) de uso de los Tags.	13
5.4.Componentes necesarios de un sistema RFID.....	14
5.5.Beneficios y Riesgos de la tecnología RFID.	14
5.6.RFID. Seguridad ante ciberataques.	16
5.7.RFID y la Logística.	17
6. Ejemplo teórico-práctico.....	20
7. Conclusiones.....	31
8. Bibliografía:	33
9. Anexo 1.....	34

1. RESUMEN /ABSTRACT

A través del siguiente trabajo fin de grado (TFG), trataremos de analizar el impacto de la aplicación de las nuevas tecnologías, en especial la implantación de tecnologías de identificación por radiofrecuencia (en adelante RFID), para la mejora de los procesos logísticos, dentro de la transición en la que están inmersas las empresas industriales en este momento, denominada Industria 4.0 o cuarta revolución industrial.

El marco teórico descrito en este trabajo trata de enfatizar como la mejora de los procesos logísticos a través de la digitalización de las actividades, puede redundar en una ventaja competitiva para la empresa, como describía Porter, optimizando la cadena de valor de la empresa.

Igualmente, se trata de resaltar en este informe el concepto detrás de la aplicación de un sistema RFID, así como su estructura, tipología, ventajas y riesgos.

Por último, y a modo de ejemplo, se analiza desde el punto de vista teórico la implantación real de un sistema de RFID, circunscrito al proceso de entrada de materia prima en la empresa, así como su viabilidad económica y los beneficios inherentes, con lo que apoyar la adopción de esta, y otras tecnologías, dentro de los procesos logísticos de las empresas industriales. La intención perseguida al elegir el proceso de entrada de materiales no es otra sino la de poner manifiesto la necesidad de colaborar con los agentes externos a la empresa (proveedores) integrando las diferentes cadenas de valor en una sola.

Con todo ello, el trabajo concluye en la magnitud de esta transición y la importancia, de que la digitalización sea tenida en cuenta dentro de los planes estratégicos de las empresas interesadas en mejorar sus procesos con la implantación de nuevas tecnologías.

Through the following report, we would try to analyze the impact of the application of new technologies, in particular the implementation of radiofrequency identification technologies (most well know as RFID), for the sake of the improvement of logistics processes, within the transition period in which many Industrial companies are immersed at the moment, denominated Industry 4.0 or the fourth industrial revolution.

It's necessary to point out the importance of the different agents involved in: companies, workers and national governments, commit themselves to carry out the digitization of the processes as an opportunity for improvement in terms of competitiveness, employment and profitability, respectively.

The theoretical framework described in the report tries to emphasize how the improvement of logistics processes through the digitization of activities can result in a competitive advantage for the company, as described by Porter, optimizing the value chain of the company.

Likewise, it is a matter of highlighting in this report the concept behind the application of an RFID system, as well as its structure, typology, advantages and risks.

Finally, as an example, the real implementation of an RFID system, limited to the process of incoming raw material into the company's warehouse, as well as its economic viability and inherent benefits, is analyzed from a theoretical point of view, in

order to support the adoption of this, and other technologies, within the logistics processes of industrial companies. The intention pursued by the author, in choosing the process of material incoming, is to point out how important and needed is to collaborate with external agents of the company (for instance the supplier's portfolio) in order to integrate the different value chains into one.

The report concludes on the criticality of this transition and the importance of digitalization must be taken into account in the strategic guidelines of those companies which are interested in improving their processes with the implementation of new technologies.

2. INTRODUCCIÓN

Los caminos de la economía y la tecnología siguen sendas paralelas que se entrecruzan para colaborar y nutrirse recíprocamente, la una de la otra. Esto queda de manifiesto, más si cabe, durante los últimos años, en los que, en el marco de una crisis económica global, las soluciones tecnológicas para aumentar la eficiencia y la rentabilidad de las operaciones se han vuelto un pilar fundamental para la supervivencia de las empresas.

La competitividad de las empresas ha quedado en entredicho durante los últimos años, y la reducción de costes dentro de la cadena de valor se ha convertido en una prioridad absoluta, para volver a ser competitivos en un mercado cada vez más volátil y globalizado.

A finales de los noventa, principios de los años dos mil, las empresas buscaban abaratar costes, externalizando o internacionalizando procesos en otros países en los que la mano de obra era más barata. Esta tendencia se está revertiendo, ya que el contexto actual ha cambiado en términos económicos, sin embargo, el mercado sigue demandando que las empresas, y la industria en general, ganen en competitividad de forma continua, y para ello es necesario implementar nuevas soluciones dentro de la cadena de valor, bien maximizando las operaciones que lo generan o minimizando el impacto de aquellas que no lo hacen.

La industria está sufriendo una profunda reinención basada en las nuevas tecnologías y caminando hacia la digitalización de todos sus procesos, en lo que se ha venido a llamar Industria 4.0. Este proceso de digitalización supone una evolución drástica en el modelo industrial, que ha pasado, desde la utilización de la máquina de vapor al uso de autómatas durante las últimas décadas, y por ello ha pasado a denominarse “cuarta revolución industrial”.

La Industria 4.0 tiene varias connotaciones dentro del entorno fabril, si bien en los procesos logísticos ofrece una ventaja diferencial respecto a modelos anteriores, ya que es capaz de aportar una carga de información muy superior a las estructuras tradicionales, en los que el MRP (Material Requirement Planning) era la base fundamental para la gestión de dicha información. Esta carga adicional de información hace que la industria pueda flexibilizar en mayor medida su producción, así como atender a las demandas específicas de sus clientes, a través de productos que cubran sus necesidades con características específicas, es decir, productos hechos a medida o *customizados*. De igual manera, la Industria 4.0 supone un gran número de ventajas para la producción en masa de aquellos productos, en los que esa diferenciación dentro el catálogo de productos, no es tan necesaria.

A lo largo del siguiente análisis, trataremos de contextualizar el proceso de digitalización de la industria actual, enfocándonos particularmente en los procesos logísticos comunes a todas las industrias fabriles, como son, la entrada de materiales y la salida de productos terminados al mercado, esto es, el movimiento de materiales y productos (*material handling*). El uso de las nuevas tecnologías en los procesos logísticos supone, entre muchas otras, una mejora sustancial en los costes derivados de ellos, más aún si cabe, cuando el movimiento del material, y por supuesto el exceso de dichos movimientos, son operaciones que no generan valor añadido para el producto.

Los mercados, cada vez tienden más a tener al cliente como eje vertebrador de sus modelos de negocio, y por ello las empresas deben poner el foco en aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar, y minimizando el desperdicio para poder llegar a más clientes y aumentar la cuota de mercado, en el mejor de los casos, y en muchos otros, mantener dicha cuota o no perderla, por una falta de competitividad respecto al resto de agentes competidores.

El concepto de competitividad y cadena de valor, y en especial los eslabones relativos a la logística, cobrarán especial importancia en este trabajo, y por ello será necesario definir estas herramientas de análisis interno, como paso que precede a la mejora de aquellos procesos que no generan valor en dicha cadena. Para ello acudiremos a las definiciones clásicas de Michael Porter, ahondando en aquellos conceptos que sean aplicables al caso particular descrito anteriormente.

Así mismo, analizaremos un caso particular, del que el autor tiene experiencia profesional, como es la implantación y uso de sistemas RFID (Identificación por radio frecuencia), como sistema de identificación de materiales en detrimento del clásico albarán de papel o el código de barras. En él veremos las ventajas y desventajas de la implantación de un sistema RFID, el impacto económico de dicha medida, así como la rentabilidad de la inversión.

Con todo lo anterior, y dada la falta de estudios aplicados en este tema, el trabajo podrá servir de orientación a las empresas fabriles en la implementación de las nuevas tecnologías derivadas de la Industria 4.0, como es el caso de la identificación por radio frecuencia, para la mejora de los procesos logísticos de las empresas.

3. MARCO TEÓRICO.

3.1. CADENA DE VALOR Y VENTAJA COMPETITIVA.

Michael Porter introdujo el concepto de “cadena de valor” (*Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, 1985), como herramienta para análisis interno de las empresas y con la que conseguir una ventaja competitiva respecto a sus competidores y un mayor beneficio para el cliente final, analizando la eficiencia de sus procesos y tratando de optimizarlos para maximizar así el beneficio.

En síntesis, la cadena de valor no es más que todas aquellas actividades que lleva a cabo una empresa para realizar un determinado producto o servicio. Todas estas actividades conllevan un coste asociado por las que el cliente está dispuesto a pagar o no.

En este punto es importante diferenciar las actividades o procesos que generan “valor añadido”, que se define como aquellas actividades que aumentan el valor del producto o servicio y por las cuales el cliente está dispuesto a pagar a la hora de realizar la compra.

Dentro de la cadena de valor, Porter categoriza las actividades o “eslabones” de la cadena de valor, en actividades primarias y actividades de soporte.

Figura 3.1 Esquema de la cadena de valor de Porter



Fuente: Esquema de la cadena de valor de Porter (1985).

Las actividades primarias, son aquellas que pertenecen al ciclo productivo del producto mientras que las actividades de soporte son aquellas que permiten que las primeras se lleven a cabo, y sostienen el funcionamiento de la empresa en general.

Así pues, podemos enumerarlas a continuación:

- Actividades Primarias:
 - o Logística interna,
 - o Operaciones
 - o Logística externa,
 - o Marketing y ventas
 - o Servicio postventa
- Actividades de Soporte:
 - o Infraestructura.
 - o Gestión de recursos humanos
 - o Desarrollo de la tecnología
 - o Compras y/o aprovisionamiento.

Como comentamos en la introducción, este ensayo se centrará en las actividades logísticas de la empresa y que como podemos ver conforman una parte fundamental de las actividades primarias de una empresa. Es necesario definir en concreto las dos actividades primarias que conforman la

- Logística interna: Todos aquellos procesos necesarios para la entrada de materiales (materia prima) y/o materiales semiterminados, su almacenamiento, así como su suministro a los procesos productivos.
- Logística externa, Todos aquellos procesos que garantizan la distribución de los productos terminados incluyendo igualmente su almacenamiento.

Ambos campos de actividad, conforman el movimiento de materiales/productos o “material handling”, que durante la última década ha cobrado vital importancia ya que la industria necesita que los materiales que va a ser utilizados durante la producción como los productos entregados a los clientes, se entreguen en el momento y cantidad precisos, todo ello con el menor nivel de inventario posible (activo circulante inmovilizado y no rentabilizado) y tratando de minimizar los movimientos de material innecesarios así como la sobre asignación de recursos para su gestión.

Cabe especial mención, que la cadena de valor propia de la empresa es necesario que esté interrelacionado con las cadenas de valor, tanto de sus proveedores como de sus clientes para una completa integración y optimización.

Al utilizar el análisis de la cadena de valor como herramienta de análisis interno de los procesos de la empresa, en busca de las actividades que conllevan una ventaja competitiva (Todas las características de un producto o servicio que generan una superioridad directa sobre productos sustitutivos de sus competidores) , así como la posibilidad de identificar posibles puntos de mejora, la empresa podrá definir las estrategias a seguir frente a sus competidores: Porter establece tres estrategias diferentes(Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industries and Competitors. 1980.) dependiendo del objetivo perseguido, así como la ventaja competitiva que tiene la empresa analizada:

1. Liderazgo en costes...
2. Diferenciación.
3. Concentración.

En el contexto que nos ocupa, la mejora de los procesos logísticos se enmarca dentro de la estrategia de liderazgo en costes, tratando de asignar todos los esfuerzos y recursos disponibles en minimizar el coste de dichos procesos, para que bien la empresa pueda aumentar el margen de beneficio sobre el precio de venta o bien, manteniendo dicho beneficio, puedan reducir el precio venta con lo que bien conservar o aumentar la cuota de mercado existente. Esta mejora de costes puede ser utilizada, en definitiva, como un arma de ataque o defensa ante los competidores de la empresa, dependiendo de la situación de esta.

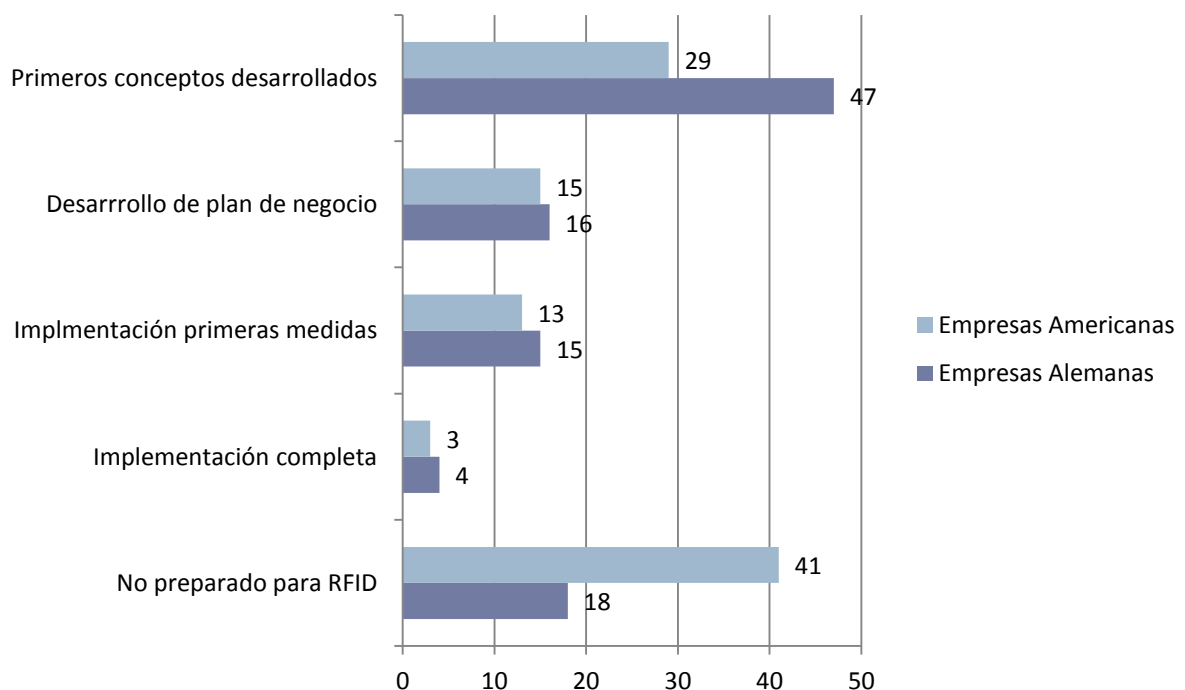
4. INDUSTRIA 4.0

Entendemos la Industria 4.0 como la cuarta revolución industrial, tras la aparición de la máquina de vapor, la electricidad y la automatización, y que consiste en la digitalización de las unidades productivas, así como un nuevo modelo en la organización de los medios de producción. La adopción de este nuevo modelo se lleva realizando en los últimos años y exigirá muchos más para su total adopción como modelo industrial predominante, si bien, todos los expertos y autores coinciden en que es la tendencia del futuro (Pérez-González, D., Trigueros-Preciado, S., & Popa, S. , 2017).

El término Industria 4.0 es un concepto nuevo, que apareció por primera vez en la feria de Hannover de 2011, acuñado en el marco de la estrategia de alta tecnología del Gobierno federal alemán, describe una producción industrial en la que todos los productos y máquinas están interconectados entre sí digitalmente.

Este nuevo modelo está impulsado principalmente desde dos países preponderantes como son Alemania y Estados Unidos. En mayo de 2017, la consultora Boston Consulting Group publicaba un reporte titulado “Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0”, y el que se compara la implementación de este concepto en ambos países, concluyendo que Alemania y sus empresas están más preparadas para su adopción.

Figura 4.1 Grado de preparación de las empresas americanas y alemanas para introducción de nuevas tecnologías para Industria 4.0



Fuente: Boston Consulting Group. Encuesta online a 312 empresas alemanas y 315 americanas. Marzo 2016.

Si bien es significativo que el 41% de las empresas norteamericanas consultadas no se consideran preparadas para dar el “salto” a la Industria 4.0 por el 18% de las alemanas.

La industria 4.0, supone un concepto muy amplio e incluye diversos elementos o tecnologías (Big Data, Data Mining, RFID, Impresión 3D, realidad aumentada, robótica colaborativa, inteligencia artificial, el internet de las cosas, ...) en permanente crecimiento, pero que tienen como pivote la interconexión de todas ellas a través de un soporte digital.

Este nuevo modelo, está creando nuevos retos a las empresas, y uno de los de mayor calado es el de la búsqueda del talento y la falta de trabajadores cualificados para hacer frente a los desafíos que la Industria 4.0 trae consigo.

Por otro lado, la transformación hacia procesos automatizados y digitalizados supone una notable amenaza para los gobiernos de aquellos países en los que el sector industrial tiene una importancia capital, en cuanto al aporte de este al Producto Interior Bruto del país, y que, por ende, emplea a una gran cantidad de personas. Este salto tecnológico puede suponer que muchos trabajadores no puedan adaptarse a nuevo modelo por falta de conocimiento.

5. RFID CONCEPTO Y APLICACIÓN INDUSTRIAL.

A continuación, pasaremos a analizar en concreto el caso particular, de cómo a través de la tecnología RFID (Identificación por radiofrecuencia), muy utilizada como medio de transmisión de información en industrias conectadas, podemos mejorar los procesos logísticos en busca de una mejora competitiva para la empresa.

Para ello definiremos el concepto detrás de la tecnología RFID.

Mediante una antena, el usuario puede leer de forma inalámbrica o remota la información contenida en un chip, embebido en una etiqueta (o tag), que bien emite dicha información permanentemente (RFID activo) o sólo lo hace cuando identifica que la antena trata de leer dicha información (RFID pasivo).

Esta tecnología, aunque viene aplicándose en la industria desde hace no mucho tiempo de forma masiva, fue creada en la industria militar, y utilizada durante la segunda guerra mundial dónde, mediante el uso de un transmisor IFF, creado en el Reino Unido en 1939, se podían distinguir si los aviones que detectaban los radares eran aliados o enemigos.

Figura 5.1: Detalle Chip RFID.



Fuente: MIT news.

Sin embargo, no fue hasta Mario Cardullo (inventor estadounidense) patentó en 1973 el primer antecesor real de los transmisores RFID actuales; mediante un transmisor de radio pasivo con memoria integrada.

La aplicación de esta tecnología para la identificación de materiales es bien conocida en el ámbito industrial, y supone una mejora sustancial respecto otros medios de identificación como el papel, los códigos de barra o QR (data matrix), gracias a la cual se puede lograr una localización en tiempo real los materiales, la gestión automática de las mercancías así como su posicionamiento en los almacenes, y por último la trazabilidad de los productos en caso de devoluciones por parte de los clientes.

Para dicha aplicación es necesario la adopción de un estándar que armonice y homogenice su uso, sin perjuicio de la competencia, permitiendo que tanto lectores y etiquetas de distintos fabricantes sean compatibles y no interfieran en su uso,

Durante su desarrollo y al comienzo de su implantación en la industria cada fabricante trató de imponer su estándar, pero tras el paso de los años la única banda con aceptación mundial fue la de 13,56 MHz, llegando a convertirse en un estándar ISO, como asevera Agencia Española de Protección de datos, en su **Guía** sobre seguridad

y privacidad de la tecnología RFID. Si bien es cierto que otros estándares como el uso de bandas de ultra alta frecuencia (UHF), que se encuentran entre los 433Mhz y los 928 MHz, son muy utilizados en la actualidad.

Para entender la implantación de los sistemas RFID en la industria, así como el proceso de estandarización debemos conocer la carrera que comenzaron dos organismos reguladores como son *Auto-ID Center (EPC Global)* e ISO.

- EPC Global: Organización de ámbito mundial que asigna códigos RFID a entidades públicas y empresas, dónde cada código es único y singular. Igualmente, regula las empresas integradoras de estos sistemas y homologa las aplicaciones de dicha tecnología. A modo de estándar EPC Global instauró el **EPC o Código Electrónico de Producto** (en inglés *Electronic Product Code*), para tratar de estandarizar la codificación de los chips RFID. Se trata de un número único, con una longitud de 24 dígitos hexadecimales, que mejora la eficiencia de la gestión de los procesos. Otra ventaja añadida, dentro del proceso logístico, es que se puede conocer la información de la mercancía marcada en tiempo real, lo que conlleva una mejora en la planificación de entregas.

Según la EPC Global, Un elemento fundamental de esta organización es el EPC Gen2 (*EPC Global UHF Generation 2*), estándar definido por más de 60 de las principales compañías de tecnología.

Este estándar, establece dos regulaciones fundamentales. Por un lado, la codificación basada en EAN UCC (conjunto de estándares que permiten la gestión de las cadenas de distribución) y la delimitación de los requisitos lógicos, técnicos y físicos de los lectores y de las etiquetas.

- ISO: La *International Organization for Standardization* (ISO) es una organización internacional no gubernamental que incluye a un conjunto de institutos certificadores de 160 países, y que trata de estandarizar las normas que regulan a nivel internacional el uso y fabricación de productos.
En el caso de la tecnología RFID, la organización ISO trata de regular en cuatro campos fundamentales, como son el protocolo de comunicación, el contenido de la información, las pruebas que deben aplicarse a los productos utilizados para implementar la tecnología RFID y, por último, su aplicación.
Dentro de los estándares más conocidos, y más aún dentro del marco del trabajo que nos ocupa, se encuentra el estándar ISO 18000 (y sus variantes, dependiendo de si el tipo RFID utilizada es activo o pasivo).

5.1. RFID EN LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS.

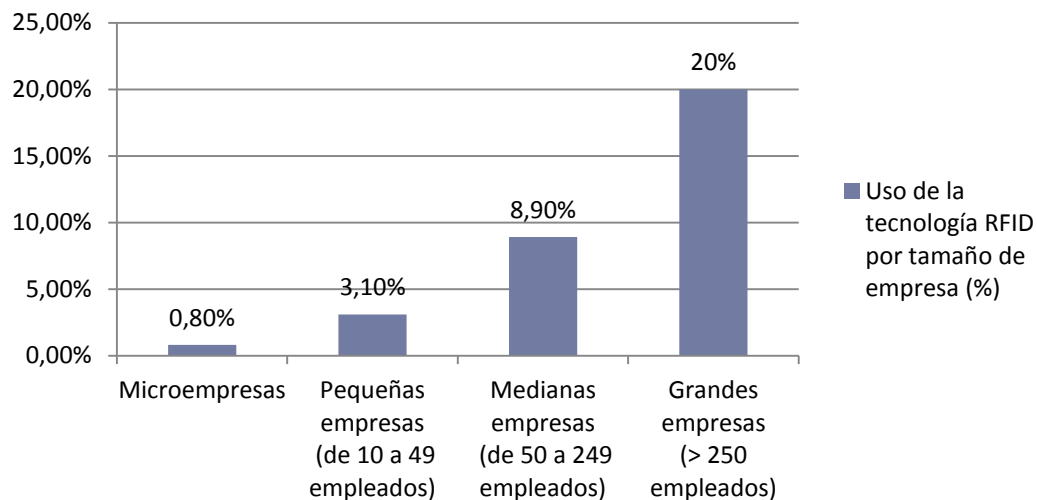
De acuerdo con los datos publicados por el ONTSI (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información), a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2009-la implantación de la tecnología RFID es incipiente, siendo el nivel de implantación por parte de las microempresas de un 0.8%, de un porcentaje del 3.1% en caso de empresas de entre 10 a 49 empleados, y del 8.9 % en empresas de 50 a 249 trabajadores.

Por último, en las grandes corporaciones, de más de 250 trabajadores, la adopción de la tecnología RFID asciende al 20%.

Si nos referimos a los sectores, con independencia del tamaño de la empresa, el sector del transporte y almacenamiento lidera la clasificación con una adopción de

tecnologías RFID de 12, 2%, seguido por el sector financiero con un 8,2%, la informática, telecomunicaciones y audiovisuales con un 7,5%) y, por último, el comercio mayorista con un 6,2% y minorista con un 5%.

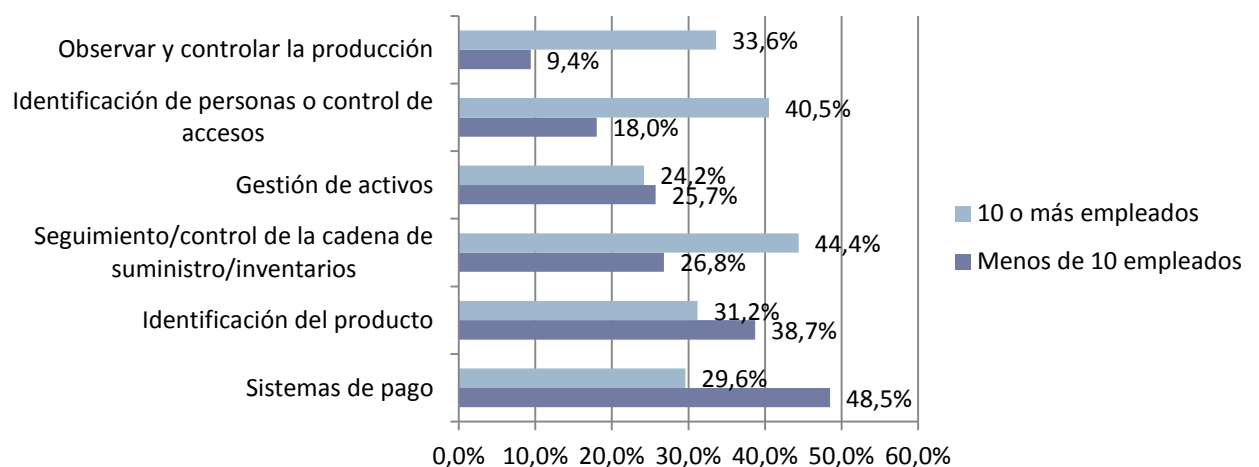
Figura 5.2: Uso de la tecnología RFID por tamaño de empresa (%).



Fuente: ONTSI en base INE2009

En el siguiente gráfico podemos ver como las empresas, atendiendo a su tamaño, se decantan por una u otra aplicación de las tecnologías RFID, siendo en las microempresas (con menos de 10 empleados en su plantilla), la adopción de sistemas de pago basados en RFID la opción mayoritaria con un 48,5% mientras que el principal uso en las empresas de mayor tamaño, pymes y grandes empresas nacionales, es el seguimiento y el control de la cadena de suministro e inventarios, y el control de acceso de personas con un 44,4% y un 40,5 %, respectivamente.

Figura 5.3: Objetivos de uso de la tecnología RFID por tamaño de empresa (%).



Fuente: ONTSI base INE2009

5.2. TIPOS DE SISTEMAS RFID

A la hora de clasificar los sistemas RFID existentes podemos acudir a las características de los componentes que integran dicho sistema, siendo las más relevantes:

Modo de alimentación:

Uso de “Tags” Activos: Las etiquetas, y los chips contenidos en ellas, necesitan de una fuente de energía externa para poder transmitir. El receptor que utilizar no necesita una intensidad de señal muy alta, ya que el mayor esfuerzo lo realiza el “tag”. Las capacidades de lectura y escritura (hasta 128 kb), así como el alcance para realizarlo son muy superiores.

- Uso de “Tags” Pasivo: Las etiquetas no necesitan de una fuente externa de energía, esto es, se activan con la radiofrecuencia emitida por el receptor. En este caso el receptor, realiza todo el trabajo por lo que la intensidad de señal ha de ser muy alto. Las capacidades de lectura y escritura así como su alcance son muy inferiores a los sistemas activos.

A pesar de las aparentes restricciones de los sistemas de RFID pasivos, estos están muy extendidos, debido principalmente, a su menor coste unitario del tag, la no necesidad de una fuente de alimentación energética externa y el consumo derivado de la misma.

5.3. FRECUENCIA (HZ) DE USO DE LOS TAGS.

A modo de resumen, véase la siguiente tabla con los diferentes rangos de frecuencia de uso de los sistemas RFID y las bandas de frecuencia utilizadas

Tabla 5.1. Clasificación de frecuencias utilizadas en sistemas RFID según bandas de trabajo y alcance.

Tipo	Frecuencia	Alcance
Baja frecuencia (LF)	<135 KHz	45 cm
Alta Frecuencia (HF)	13,56 MHz	1 mt. -3 mt.
Ultra Alta Frecuencia (UHF)	433 MHz, 860 MHz y 928 MHz	3 mt. – 10 mt.
Microondas	2,45 GHz y 5,8 GHz	➤ 10 mt.

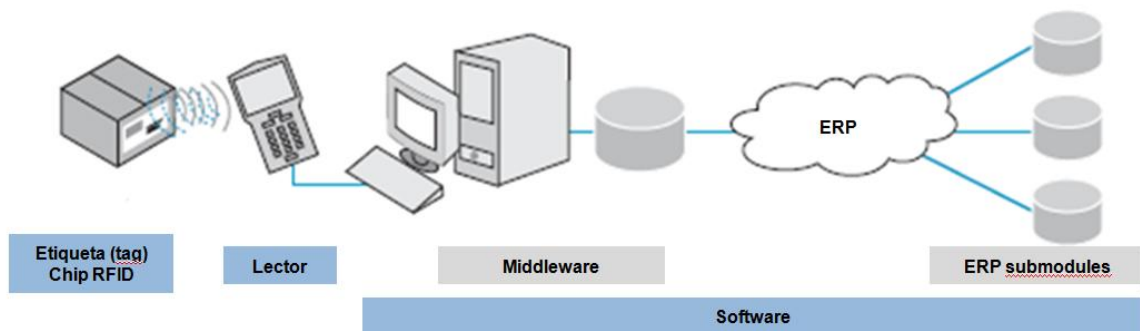
Fuente: ONTSI

5.4. COMPONENTES NECESARIOS DE UN SISTEMA RFID.

Llegados a este punto, es necesario analizar los componentes básicos y necesarios de cualquier sistema RFID:

- Etiqueta RFID: etiqueta que se coloca en un objeto, y el cual lleva incluido un microchip que contiene la información almacenada y una antena que posibilita la conexión con el lector. En el caso de ser Tags activos, la etiqueta tendrá una fuente de energía externa para poder emitir. La peculiaridad de estos Tags es que hacen la función de transmisión y recepción en un solo elemento (transponedor).
- Lector: se trata de un dispositivo capaz de emitir energía en caso de los Tags pasivos para poder leer la información contenida, o bien sólo recibir la información a transferirla en caso de los Tags activos. A su vez el lector se compone de una unidad de control, y un módulo para la transmisión y recepción de señales, y antena.
- Software: Que permite la gestión de la información recogida, así como dar las órdenes a los lectores para que realicen las lecturas. Cada lectura debe ser gestionada por un software denominado *middleware* y por último esta información se incorpora a un sistema ERP (del inglés Enterprise Resource Planning o Planificación de recursos empresariales) en el que se gestionan, por ejemplo, los inventarios y stocks de una unidad industrial.

Figura 5.4. Diagrama sistema RFID básico.



Fuente: Basado en ONTSI.

5.5. BENEFICIOS Y RIESGOS DE LA TECNOLOGÍA RFID.

Como en cualquier caso provocado por nuevos paradigmas tecnológicos, la implementación de la tecnología RFID tienen unos notables beneficios, pero también ciertos riesgos que han de considerarse en su conjunto, de cara a estimar la viabilidad técnica de la solución y no sólo centrarse en los beneficios económicos. Los principales riesgos derivados, son relativos a la vulnerabilidad del sistema, con las connotaciones inherentes en cuanto a privacidad y seguridad de la información contenida en los chips.

Para analizar los beneficios y riesgos del RFID, nos basaremos en dos fuentes básicamente, por un lado, el ONTSI y por otro la Agencia Española de protección de datos.

Beneficios.

Podemos definir que los principales beneficios de dicha tecnología, respecto a otros métodos como el código de barras, las imágenes QR y el propio papel son los siguientes (ONTSI):

- Gran capacidad de almacenaje de información.
- Agiliza y automatiza los mecanismos necesarios para mantener la trazabilidad, y permitiendo incorporar una mayor cantidad de información a la misma.
- La información almacenada en la etiqueta puede ser actualizada bajo demanda.
- Posibilidad de leer la información contenida en varias etiquetas de forma simultánea.
- Captación de la información contenida en las etiquetas sin contacto físico directo y/o línea de visión con las mismas por parte del receptor.
- Menor tiempo ciclo en los procesos, y respecto al código de barras/código QR, una mayor distancia de lectura.
- Gran precisión en la recuperación de datos.
- En el caso de las etiquetas pasivas, su facilidad para colocarlas y ocultarlas en los productos.
- Seguridad de funcionamiento en condiciones agresivas (suciedad, polvo, humedad, temperatura, etc.).
- Permite la automatización de los procesos de seguimiento y control de stocks en tiempo real.
- La automatización de dichos procesos supone una reducción de los errores humanos, y en muchos casos, una reducción de costes respecto a métodos más tradicionales, como la gestión en papel.

Riesgos.

En este apartado, veremos como la identificación por radiofrecuencia no tiene desventajas directas asociadas, si bien existen riesgos que hacen que los usuarios deban considerarlos previamente a la adopción de esta tecnología.

A pesar de que esta tecnología se utiliza en varios ámbitos, nos centraremos en el de la gestión de procesos industriales, que en algunos casos son también extensibles a otros ámbitos. Los riesgos asociados podemos agruparlos en tres grupos principalmente (AEPD):

- Los riesgos a la seguridad, en los que mediante ataques o averías del propio sistema provocan el paro o fraude en el proceso en los que intervienen.
- Los riesgos para la privacidad, en los que el uso malicioso a través un acceso fraudulento a la información contenida en las etiquetas supone una vulnerabilidad muy importante para las organizaciones. Cabe destacar, que la información que se pueden obtener bien puede ser de carácter puramente industrial, o dependiendo de su uso, también puede estar expuesta información de carácter personal.
- Los riesgos a la salud, derivado de la exposición a las radiaciones. Esta preocupación ha sido tratada por la OMS en la Comisión ICNIRP (*International Commission on Non Ionizing Radiation Protection*), tras la cual descartaron

cualquier riesgo para las personas, debido a la baja potencia de los campos utilizados.

Además de todo ello, debemos considerar que estas etiquetas pueden suponer una puerta de entrada a ataques informáticos que comprometan la integridad y seguridad de las empresas.

5.6. RFID. SEGURIDAD ANTE CIBERATAQUES.

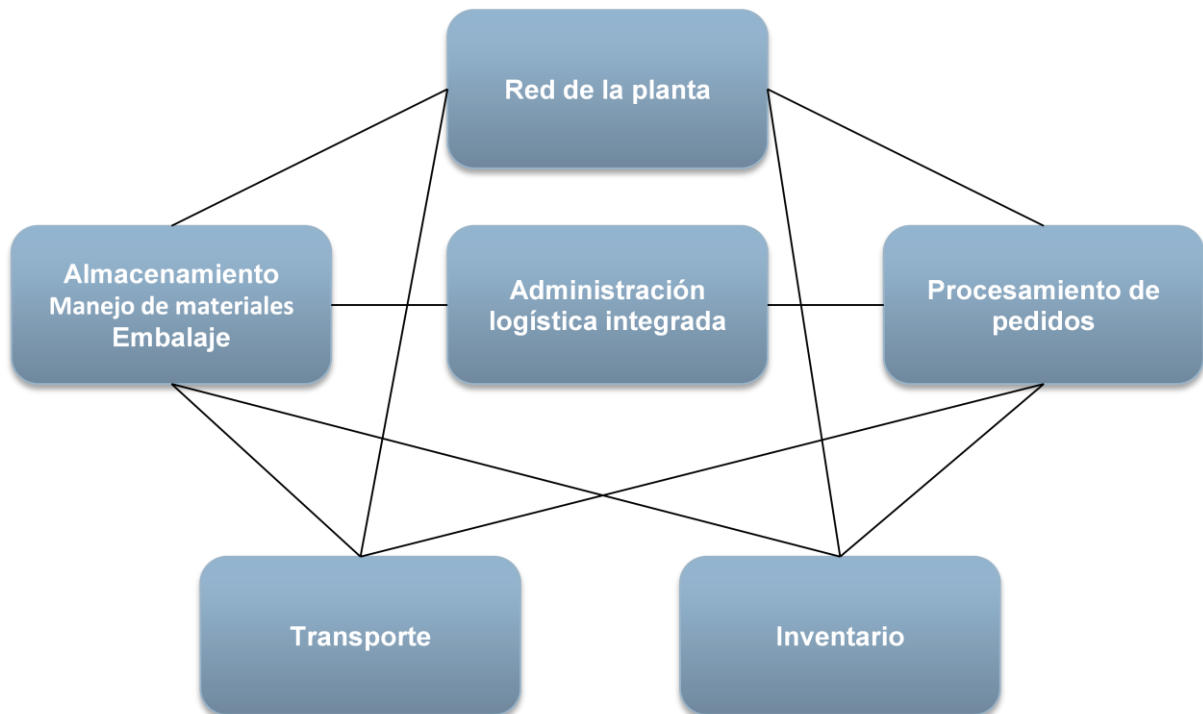
En el contexto de los riesgos a la seguridad, expuestos anteriormente, cabe destacar un aspecto que está tomando una vital importancia para las empresas hoy en día, y este es la seguridad informática ante ciberataques. Este año, exactamente el 12 de mayo 2017, muchas empresas en el mundo, entre ellas algunas españolas como Telefónica, se vieron afectadas por ataques con software del tipo *ransomware* que provocó que muchas de ellas pararan sus actividades y comprometieran seriamente sus negocios. Como hemos visto anteriormente, la Industria 4.0 supone una evolución hacia la digitalización y por tanto la exposición a este tipo de ataques aumenta exponencialmente. En este sentido, durante los últimos años, los chips RFID se han visto en entre dicho, por proporcionar una posible puerta de entrada a este tipo de ataques, sin embargo desde el pasado noviembre de 2016, el MIT (Massachusetts Institute of Technology) en colaboración con Texas Instruments, ha desarrollado un chip RFID que previene del *hackeo*, haciéndolos más seguros (Security: Hack-proof RFID chips <http://news.mit.edu/2016/hack-proof-rfid-chips-0203>).

5.7. RFID Y LA LOGÍSTICA.

Para entender como RFID puede ayudar en la optimización de los procesos logísticos, debemos definir la Logística dentro de las empresas actuales. D. Bowersox, D. Closs y M. Cooper definían que “la logística se enfoca en la responsabilidad para diseñar y administrar sistemas con el fin de controlar el movimiento y el posicionamiento geográfico de la materia prima, el trabajo en proceso y el inventario terminado al costo total más bajo”.

Dentro de la administración de la logística dentro de una empresa, se definen cinco grandes procesos a través de los cuales se mueve el inventario, bien de materia prima o producto terminado, y cuyas relaciones podemos definir como logística integrada.

Figura 5.5: Logística Integrada. Administración y logística en la cadena de suministros



Fuente: D. Bowersox, D. Closs y M. Cooper (2007)

Dentro de estos procesos, el RFID, permite beneficiarse de una reducción de inventarios, aumento de la trazabilidad, con los efectos positivos en cuanto a logística inversa, así como el aumento de la transparencia de los stocks existentes. Así mismo la identificación y localización de las mercancías, es más veraz, por lo que las empresas pueden ajustar sus estrategias de planificación, así como una planificación más ajustada de las entregas mejorando el nivel de servicio tanto al proceso industrial en sí mismo, como, por ende, a sus clientes. Por otro lado, y derivado de la localización, una vez que la tecnología RFID está totalmente integrada dentro de la cadena de valor de la empresa y sus procesos, hace que los materiales no necesiten ser identificados manualmente al paso de cada uno de estos, ya que, con el simple movimiento de la mercancía por los puntos de lectura definidos, permitirán la gestión

automática de esta (descontando el material de almacenes, incorporación de información para su posterior trazabilidad, etc.). Todo proceso industrial es susceptible de generar chatarras o desperdicios, así como desviaciones en el tiempo ciclo, que componen una pérdida de productividad, por lo que el conocer el momento exacto del proceso en el que estas se generan, otorga a las empresas una potente herramienta para mejorar esa situación.

Adicionalmente, las mermas, derivadas en ocasiones de hurtos, se verán notablemente reducidas debido a la total localización de los componentes.

La reducción de costes administrativos es un cambio directo, y que sustenta la viabilidad económica de la implantación de este sistema. Llegados a este punto, me gustaría destacar el desafío que muchas empresas, y los trabajadores de estas, encuentran al implementar un sistema de gestión automática de cualquiera de sus procesos. Liberar capacidades de los recursos productivos existentes en ocasiones supone una amortización de los mismos, y la no posibilidad de absorción o reconversión por parte de los trabajadores, puede suponer una importante amenaza, más si cabe, en el entorno de la Industria 4.0 en el que se circunscribe la tecnología RFID.

Para nuestro caso práctico, en el que analizaremos la posible implementación de un sistema RFID en el proceso de entrada de materiales en un entorno industrial, nos centraremos, principalmente, en los procesos de, por un lado, Almacenamiento, Manejo de materiales y Embalaje y, por otro lado, Transporte, entendiéndolo tanto el transporte de los materiales desde los proveedores como el transporte interno de las materias primas.

Cabe destacar que la integración de las cadenas de valor de los proveedores (o en su caso clientes) es fundamental para la óptima implementación de la tecnología RFID, viniendo la materia prima o los productos semi elaborados ya identificados, y con la información necesaria desde el proveedor, evitando actividades de empaquetado adicionales para incluir los Tags (pick and pack adicionales).

Figura 5.6: Aplicación de tecnología RFID en muelle de expediciones.



Fuente: AT4 Wireless.

Dicha integración, es ahora más sencilla, debido a que el uso de medios de identificación “avanzados” como el código de barras unidimensional abrió ese camino, y al permitir la tecnología RFID aumentar la información contenida en el envío de las mercancías, y aportar un potencial ahorro en costes de mano de obra que puede ser transferido también a sus proveedores y/o clientes, constituyendo una ventaja competitiva en si mismo también para ellos.

6. EJEMPLO TEÓRICO-PRÁCTICO.

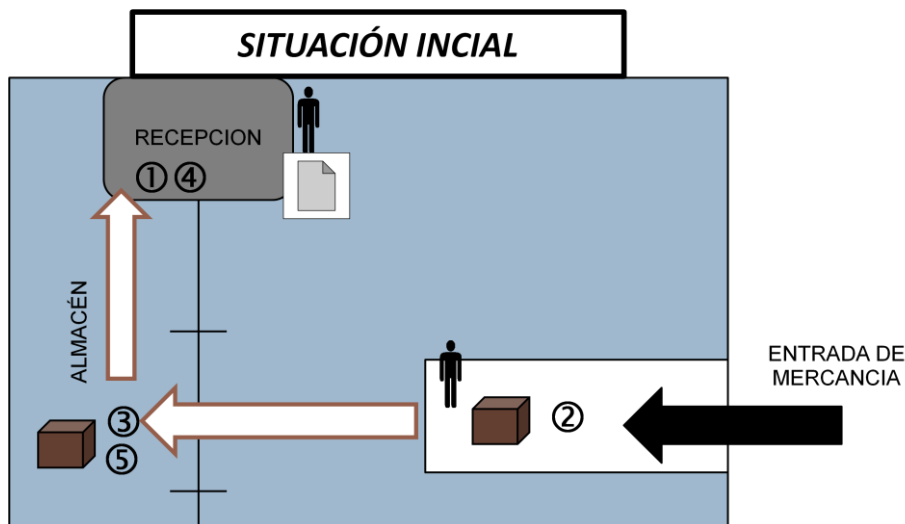
Basado en una experiencia profesional del autor, a continuación, pasamos a describir el análisis de una implantación de un sistema RFID para la entrada de materia prima en sus almacenes, así como de los beneficios que ello supone en términos económicos y la viabilidad de la inversión. Los beneficios en cuanto a trazabilidad, reducción de stocks, etcétera han sido descritos anteriormente, a lo largo de este informe.

Situación inicial:

El concepto de entrada de materiales de la empresa es el tradicional, operarios con carretillas descargando pallets de los camiones, depositándolos en un almacén intermedio para su verificación y entrada en un MRP, asignando una ubicación a este material dentro del almacén definitivo, de carácter “caótico”, es decir, sin ubicación fija. Podemos estructurar el proceso como sigue:

- 1- -Comprobar los documentos de entrega (albaranes, aduanas, etc.)
- 2- Descarga del camión.
- 3- Almacén temporal de la mercancía durante el proceso de comprobación.
- 4- Recepción del material y alta en sistema MRP de forma manual, asignando ubicación en almacén definitivo.
- 5- Etiquetado del material y ubicación física final

Figura 6.1: Esquema de funcionamiento del proceso de entrada de materiales convencional.



Fuente: Elaboración propia

El número de empleados asignados a este proceso son 1 operario dedicado a la entrada de materiales con una dedicación del 40% de su jornada a este proceso, y 3 carretilleros que dedican el 60% de su jornada al proceso de descarga de materiales,

depósito en almacén intermedio y ubicación final de la mercancía. Teniendo en cuenta un calendario laboral de 218 días, una jornada laboral de 7,5 horas, deduciendo la media hora de descanso, 2 turnos de trabajo y considerando una OLE (Overall Labour Efficiency, o Eficiencia global de la mano de obra) del 90% esto supone una dedicación de mano de obra de 6474,6 horas efectivas al proceso de “entrada de mercancías” de acuerdo con la dedicación anteriormente descrita. A continuación, podemos ver el desglose de horas efectivas por puesto de trabajo.

Tabla 6.1. Dedicación relativa y absoluta de los trabajadores asignados al proceso de entrada de materiales.

	Dedicación proceso Entrada (%)	Horas Proceso Entrada (h)
Carretillero (3 pax)	60%	5.297,4
Operario (1pax)	40%	1.177,2
	Total	6.474,6

Fuente: Elaboración propia.

El coste total de las fuerzas productivas asignadas al proceso de entrada de materiales a esta empresa asciende a 124.000 €.

Tabla 6.2. Relación de coste horario y anual de los trabajadores asignados al proceso de entrada de materiales.

	#	Coste Empresa unitario (€)	Coste €/hora	Total €
Operarios Entrada	1	28.000	17,12	28.000
Carretilleros Entrada	3	32.000	19,57	96.000
Total operarios	4			124.000

Fuente: Elaboración propia.

Los bienes productivos asignados a este proceso son principalmente el uso de tres carretillas elevadoras para el movimiento de mercancías y cuyo coste anual estimado es de 15987,72 €.

Tabla 6.3. Resumen de costes relativos al uso de carretillas para la descarga de materiales.

	Total año (€)	Total 3 carretillas año (€)
Leasing carretilla (350€/mes)	4.200	12.600
Consumo eléctrico Carretilla (5,18 €/día) *	1.129,24	3.387,72

*Consumo eléctrico basado en las especificaciones de Komatsu F20-2R

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de entrada de materiales en este caso de análisis gestiona las siguientes cifras respecto a pallets

Tabla 6.4. Resumen de volumen (en € y uds.) de pallets gestionados por la empresa.

	Año	Promedio diario	Promedio turno
Volumen pallets (Uds.)	140.000	642,2	321,1
Valor medio (€)	49.000.000	224.770,6	112.385,3

Valor medio pallet (€)	350
------------------------	-----

Fuente: Elaboración propia.

El valor medio del pallet en esta empresa es de 350 € respecto a los datos que maneja la empresa en 2016.

A la vista de los datos podemos concluir que, bien por el número de pallets en sí mismo que mueve la empresa en el proceso de entrada de mercancías y el valor de los mismos (se mueven pallets por un valor superior a los 224.000 € diarios), cualquier mejora que se implemente en este aspecto tendrá un efecto importante sobre los resultados de la empresa. La mejora del proceso en sí mismo, optimizando los recursos dedicados, tienen un efecto visible sobre la cuenta de resultados de forma directa, pero hay otros beneficios derivados la implementación de un sistema RFID, como la mejora de la trazabilidad que no tiene un impacto económico directo, pero si otros beneficios intangibles, por ejemplo, en caso de defecto en el mercado.

De acuerdo con un estudio MTM (Methods Time Measurement, o medida del tiempo de los procesos) del proceso de entrada de material arroja los siguientes datos que nos permitirán calcular posteriormente la potencial mejora de la implementación de un sistema RFID

Tabla 6.5. Estudio MTM de la situación inicial del proceso de entrada de materiales.

Movimientos (MTM)	Tiempo (s)
Descarga	20
Depósito en almacén intermedio	15
Espera pallet (promedio=15 min)	900
Entrada	40
Espera pallet (promedio=10 min)	600
Ubicación	90

Fuente: Elaboración propia.

Los carretilleros están asignados a los subprocesos de Descarga, Depósito en calle y Ubicación, mientras que el operario encargado de dar las entradas y comprobación de la documentación es asignado al subproceso denominado Entrada.

De acuerdo con los datos obtenidos vemos que el proceso está bien equilibrado ya que 5297,4horas teóricas > 4861 horas efectivas, en el proceso relativo a los carretilleros.

Tabla 6.6. Resumen tiempo ciclo efectivo de los carretilleros en la situación inicial del proceso de entrada de materiales

Tiempo ciclo(seg.) ubicación pallet (tota incl. tiempos de espera)	1.665
Total Año (horas)	64.750
Tiempo ciclo (seg.) ubicación pallet carretillero	125
Total Año (horas)	4.861

Fuente: Elaboración propia.

Por el contrario, se identifica un potencial cuello de botella en el proceso administrativo de la entrada, ya que 1172 horas teóricas < 1556 horas efectivas. Si bien se podría aumentar la OLE (el 100% de OLE supone 1635 horas al año), valores por encima del 90% dejan de ser realistas, por lo que la mejora del proceso, a través de la implementación de un sistema RFID cobra cada vez más sentido.

Tabla 6.7. Resumen tiempo ciclo efectivo del operario en la situación inicial del proceso de entrada de materiales.

Tiempo ciclo (seg) Entrada Operario	40
Total Año (horas)	1.556

Fuente: Elaboración propia.

Como hemos descrito anteriormente, la tecnología RFID ofrece la posibilidad de integrar las cadenas de valor de los proveedores y clientes, ya que se posibilita la integración de la información de forma homogénea, referida a la mercancía enviada, como es el caso de estudio que nos ocupa.

El actual portfolio de proveedores la empresa indica, que 42 proveedores no poseen capacidades RFID en su proceso de expedición de mercancías. La inversión necesaria identificada es, principalmente, la impresora RFID (TT Printer PX6) y el mantenimiento de la misma. Esta inversión puede ser sufragada al 50% por el proveedor, ya que la dedicación de esta impresora puede aplicarse igualmente al resto de sus clientes.

En un primer paso (implementación en tres de los muelles de descarga de material) las necesidades identificadas de inversión son las siguientes:

Tabla 6.8. Resumen Inversiones necesarias para implantación de sistema RFID.

Inversión	
Inversión proveedor (42 proveedores sin capacidades RFID) Inversión compartida 50%. No exclusivo	31.463,04 €
Pórtico (1*muelle) =3	4.797 €
Antenas (1* carretilla) =2	20.000 €
Lectores Mano Intermec CN70 (2 operarios)	2.081,08 €
Instalación y otros	944 €
Total	59.285,12 €

Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de dicho sistema se consultan varios proveedores de servicios, de entre los cuales, Intermec by Honeywell ofrece la alternativa más fiable y competitiva de todas ellas (ver resumen de presupuesto en Anexo 1).

Las adaptaciones de antenas RFID a carretillas convencionales, en ocasiones originan problemas de apantallamiento de la señal, por la gran cantidad de metal que está en contacto, haciendo que el funcionamiento no sea el adecuado y obteniendo lecturas de las etiquetas erróneas.

Figura 6.2: Ejemplo de pórtico en el muelle de carga.



Fuente: BSH Electrodomésticos España.

Los gastos anuales referentes a la implementación del sistema RFID contemplan el mantenimiento de la instalación y el uso de etiquetas RFID (se considera 1 por pallet) de carácter no retornable EPC Class 1 Gen 2 ISO 18000-6C, que serán suministradas o bien adquiridas por los proveedores, para su posterior escritura y colocación en los pallets.

Tabla 6.9. Resumen costes mantenimiento anuales para implantación de sistema RFID.

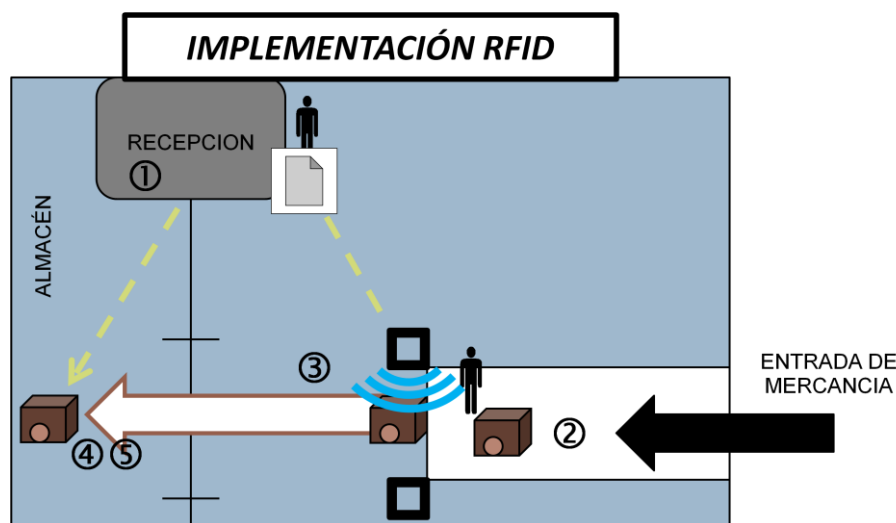
Coste Mantenimiento	950 €
Etiqueta RFID (EPC Class1 Gen 2, ISO 18000-6C)	11.666,20 €

Fuente: Elaboración propia.

Así pues, con la introducción de un sistema RFID en el proceso de entrada de materiales, la estructura del proceso:

- 1- -Comprobar los documentos de entrega (albaranes, aduanas, etc.)
- 2- Descarga del camión.
- 3- Identificación automática y recepción de la mercancía con notificación de la entrega
- 4- Ubicación física final del material, a través de ubicación sugerida por el MRP, junto con la carga de la información contenida en la etiqueta RFID al mismo.
- 5- Confirmación de la ubicación final a través de terminal de mano.

Figura 6.3: Esquema de funcionamiento del proceso de entrada de materiales a través de RFID.



Fuente: Elaboración propia.

Y realizando el consiguiente análisis MTM, para comprobar la mejora obtenemos los siguientes tiempos (el tiempo dedicado a la Entrada en sí, se reduce significativamente pasando a ser redistribuido a otro operario, y por ellos se indica que el nuevo tiempo es 0 segundos, permitiendo que ese recurso productivo se pueda dedicar a otras labores que generen valor para la empresa).

Tabla 6.10: Estudio MTM tras implantación RFID en el proceso de entrada de materiales.

Movimientos (MTM) RFID	Tiempo (s)
Descarga	20
Depósito en almacén intermedio	0
Espera pallet (promedio=15 min)	0
Entrada	0
Espera pallet (promedio=10 min)	0
Ubicación	60

Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos de descarga y ubicación se mantienen inalterados, pero los tiempos de espera intermedios y el depósito del material en almacenes intermedios se ven eliminados, por lo que, este hecho nos hace pensar en un posible ahorro en costes de mano de obra para este proceso.

Si calculamos el ahorro de tiempos globales podemos ver como la dedicación a la ubicación de los pallets pasa de 4861 horas al año a 3111, lo que supone una reducción de 1750 horas que equivalen al 107% de la jornada laboral de un carretillero (1635 horas, considerando 218 días y 7,5 horas de trabajo efectivo), así pues, podemos concluir que con la implantación de un sistema RFID podemos eliminar un carretillero de este proceso.

Tabla 6.11. Resumen tiempo ciclo efectivo de la implantación RFID en el proceso de entrada de materiales.

Tiempo ciclo(seg.) ubicación pallet (tota incl. tiempos de espera)	80
Total Año (horas)	3.111
Tiempo ciclo (seg.) ubicación pallet carretillero	80
Total Año (horas)	3.111

Fuente: Elaboración propia.

Así pues, es posible eliminar una de las carretillas existentes, con el ahorro del leasing mensual y de la propia energía consumida, ahorrando anualmente 5329,24 €.

Por otro lado, al redistribuir la labor de entrada de materiales podemos también considerar la eliminación del puesto de Operario. Todas estas medidas arrojan un ahorro total en mano de obra y gastos inherentes al proceso de 59.740 € al año.

Tabla 6.12. Cuadro de ahorros tras implantación de sistema RFID.

Cte. Operario ahorrado*	20.160 €
Cte. carretillero ahorrado*(1750 horas)	34.250,76 €
1 carretilla menos por turno	4.200 €
Energía Carretilla (Komatsu FB20-2R)	1.129,24 €
Total Ahorro anual	59.740 €

*costes estimados de acuerdo con el convenio colectivo del sector de la industria siderometalúrgica en Cantabria.

Fuente: Elaboración propia.

Llegados a este punto, vemos un ahorro significado en el proceso, pero la cuestión sobre la rentabilidad de esta implementación debe ser tomada en cuenta.

Para ello utilizaremos las herramientas del VAN (Valor Actual Neto de la inversión) y la TIR (Tasa interna de Retorno).

Con el VAN evaluaremos el valor actual de un número de flujos de caja originados por una inversión.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Gava, L.; E. Ropero; G. Serna y A. Ubierna (2008)

V_t representa los flujos de caja en cada periodo t .

I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n es el número de periodos considerado.

k es el tipo de interés (en este caso coste de capital de la empresa estimado es igual al 8%)

Los flujos de caja determinados a 10 años son los siguientes (ahorro en mano de obra/maquinaria respecto a los gastos de mantenimiento del sistema RFID y la compra anual de etiquetas RFID):

Tabla 6.13. Resumen de flujos de caja generados a 10 años.

Años	Flujo de Caja
------	---------------

0	- 59.285,12 €
1	47.124 €
2	47.124 €
3	47.124 €
4	47.124 €
5	47.124 €
6	47.124 €
7	47.124 €
8	47.124 €
9	47.124 €
10	47.124 €

Fuente: Elaboración propia.

Con ello obtenemos un VAN de la inversión de 139.894,93 €, lo que justifica sobradamente la inversión en la implementación de un sistema RFID.

Con la TIR, podemos analizar el tipo de interés en el que el VAN es igual a 0, siendo un resultado porcentual alto indicador de la rentabilidad de la inversión. Si la rentabilidad fuera baja, esto es, inferior al tipo de interés que la empresa pudiese obtener en caso de invertir el dinero destinado a la inversión en otro mercado (por ejemplo, la banca), se debería desestimar la inversión. El cálculo se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$TIR = \frac{-I + \sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n i * F_i}$$

Gava, L.; E. Ropero; G. Serna y A. Ubierna (2008)

Fi es el Flujo de Caja en el periodo t.

n es el número de periodos.

I es el valor de la inversión inicial.

De acuerdo con los flujos de caja anteriormente descritos, la TIR de esta inversión es del 79%, tasa de interés imposible de conseguir en el mercado, invirtiendo esa cantidad (salvo inversiones de alto riesgo y volatilidad en el mercado bancario). Por ello concluimos que bajo el análisis de la TIR la inversión en un sistema RFID para esta empresa es totalmente viable.

Llegados a este punto, queda evidenciado los beneficios de implementar un sistema RFID desde el punto de vista económico, si bien es cierto, que el ahorro posible no

debe ser el único indicador que determina o no la inversión, la mejora en cuanto a trazabilidad, control de stocks, flexibilización de la demanda de material, integración de las cadenas de valor del proveedor, etc. , deben de ser tomadas en consideración, ya que en muchos casos conllevan ahorros en costes intangibles que no tienen tanta visibilidad e impacto como el ahorro en costes tangibles.

7. CONCLUSIONES.

A la vista de lo recogido en este trabajo fin de grado, el autor trata de enmarcar la transición digital denominada Industria 4.0, o cuarta revolución industrial, que están afrontando las empresas en todo el mundo, y como está llevándose a cabo esta adaptación a la industria conectada.

La aplicación de nuevas tecnologías desarrolladas en los últimos años, o bien la aplicación de tecnologías ya existentes, como la identificación por radio frecuencia, al entorno industrial, puede mejorar muchos de los procesos de las empresas industriales. En el caso en concreto del informe que nos ocupa, la aplicación de la tecnología RFID a los procesos logísticos, puede conllevar una mejora sustancial, tanto desde el punto de vista tangible o económico, así como desde el punto de vista de intangible con la mejora en la trazabilidad de las mercancías y productos terminados.

Los procesos logísticos dentro de la industria y para los consumidores, han cobrado una importancia capital, bajo la premisa de suministrar (y recibir) los productos necesarios en la cantidad, forma y tiempo requeridos, siendo cualquier desviación en cualquiera de estas magnitudes, ineficiencias de estos procesos que deben ser mejorados.

Esta transición a una nueva era dentro de la industria existente, supone un desafío, tanto a las empresas, que se ven obligadas a adaptar sus procesos a las nuevas tendencias o necesidades de los mercados, como a los trabajadores, que tienen que obtener nuevos conocimientos sobre las nuevas tecnologías existentes, a riesgo de padecer una obsolescencia de aquellos que no sean lo suficientemente flexibles para adaptarse a este nuevo entorno. Este hecho, no puede ser ajeno a los gobiernos nacionales o comunitarios, que deben preservar una suave transición para ambos colectivos, empresarios y trabajadores, habilitando líneas formativas y de subvención para la implementación de la Industria 4.0. En el caso específico de las empresas, estas deben incluir dentro de sus planes estratégicos, si así lo consideran, el proceso de digitalización y adaptación a la Industria 4.0, con lo que planificar y asignar recursos en el medio y largo plazo para su implantación.

La digitalización de los procesos de la Industria 4.0, supone para los procesos logísticos una mejora en la flexibilidad en la planificación de las necesidades, un incremento del flujo de información para la empresa de las materias primas recibidas de sus proveedores, así como de los productos terminados suministrados a sus clientes. Por otro lado, la mejora en los procesos logísticos se materializa en una reducción de stocks y liberación de recursos productivos para otras actividades en las que puedan aportar valor a la empresa.

Una digitalización avanzada de un proceso industrial puede redundar en la mejora de los costes asociados a dichos procesos, así como mejoras no tangibles, enfatizada en este informe la mejora de la trazabilidad dentro de la logística inversa.

Todas estas ventajas, tienen un componente importante en la relación con agentes externos a la empresa, como son los proveedores y los clientes (cliente final o distribuidores), y es la integración de las cadenas de valor de estos agentes con la cadena de valor de la empresa.

El caso particular en el que hemos analizado la posibilidad de implementar un sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID), dentro de un entorno industrial, ha

demostrado como se puede mejorar sustancialmente el proceso de entrada de materiales, revertiendo importantes beneficios económicos para la empresa.

La implementación del RFID, así como la implementación de cualquier otra nueva tecnología perteneciente a la Industria 4.0, ha de entenderse como una oportunidad de desarrollar una ventaja competitiva para la empresa respecto a sus competidores, reduciendo los costes de las operaciones, los niveles de inventario, los tiempos de suministro, etc.

La viabilidad económica de la inversión ha quedado puesta de manifiesto, con una alta rentabilidad de la inversión a través del cálculo del Valor Actual Neto de la inversión (VAN), así como la Tasa Interna de Retorno (TIR), ambos positivos y que sostienen la viabilidad de un sistema RFID en el marco industrial descrito en este informe. En paralelo, esta implementación permite la reorganización de los factores productivos, al liberar capacidades que pueden ser dedicadas a otras actividades, o bien, en último caso, ser totalmente suprimidas.

Con la digitalización de la industria, cabe mencionar los riesgos o vulnerabilidades inherentes a este proceso, como hemos identificado en el informe, a través de la posibilidad de abrir una vía, mediante la tecnología RFID, para los ataques informáticos, que han sido noticia recientemente como en el caso del virus Wannacry.

En este contexto, cabe mencionar la importancia que toma la adopción de los estándares dentro de las diferentes tecnologías existentes para la identificación de mercancías, buscando como adaptarse de la manera más eficiente posible a las necesidades de la empresa en cada caso. La importancia que cobran las instituciones que se encargan de la descripción y control de la adopción de estándares, marca la tendencia a seguir por las empresas. En el caso de la identificación por radiofrecuencia, ISO y EPC Global, son las empresas que aglutinan todos estos estándares.

La industria 4.0 abre un nuevo camino en la relación e interacción entre los proveedores de productos de consumo, o servicios, con los consumidores, bien a través de la implementación e integración de nuevos canales o métodos de distribución, así como la trazabilidad total de los productos. Dicha trazabilidad, no es sólo física en cuanto a posicionamiento, sino que, en caso de defectos en el mercado permite a la empresa productora la identificación exacta de productos afectados, pudiendo retirarlos del mercado y sustituirlos si procede, minimizando el daño a la marca y reduciendo los costes de una posible retirada de una gama de producto completa, por falta de información.

Los próximos años, se presentan emocionantes para el entorno industrial, que debe mostrar una gran capacidad de adaptabilidad, así como desarrollar un espíritu pionero en la aplicación de nuevas tecnologías, dejando atrás las zonas de confort establecidas por la industria tradicional.

Llegado este punto, el autor espera que la lectura de este informe haya resultado tan interesante al lector, como lo ha sido el proceso de aprendizaje para crearlo.

8. BIBLIOGRAFÍA:

- Bowersox, D. J. C., Cooper, D. J., Bowersox, M. B. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2007). Administración y logística en la cadena de suministros. McGraw-Hill.
- Convenio colectivo del sector de la industria siderometalúrgica en Cantabria (tablas salarios actualizados) <https://boc.cantabria.es/boces/verAnuncioAction.do?idAnuBlob=309173>
- Gava, L.; E. Ropero; G. Serna y A. Ubierna (2008), Dirección Financiera: Decisiones de Inversión. Editorial Delta
- Industry 4.0: A quantum, leap for Industry. Thomas Rinn y Georg Kube. <http://www.think-act.com/blog/2014/industry-4-0-a-quantum-leap-for-industry/>
- Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información <http://www.ontsi.red.es/>
- Pérez-González, D., Trigueros-Preciado, S., & Popa, S. (2017). Social Media Technologies' Use for the Competitive Information and Knowledge Sharing, and Its Effects on Industrial Smes' Innovation. Information Systems Management, (just-accepted).
- Porter, M.E. (1985) Competitive Advantage. New York. Free Press.
- Porter, M.E. (1986) Competition in Global Industries. Mass. Harvard Business School Press.
- Porter, M.E. (1980) Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York. Free Press
- Repositorio de noticias del MIT (Massachusetts Institute of Technology) <http://news.mit.edu/>
- Tablas INE http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176743&menu=ultiDatos&idp=1254735576799.
- Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0_ The Boston Consulting Group https://www.bcgperspectives.com/Images/BCG-Time-to-Accelerate-in-the-Race-Toward-Industry-4.0-May-2016_tcm80-209674.pdf

9. ANEXO 1

Presupuesto Inversión Sistema RFID. Intermec by Honeywell

PROPUESTA Económica LECTOR Y ACCESORIOS



HARDWARE (DEMO PRICE)			
Uds	Descripción	Neto	Total
1	KIT-IF24A-DEMO Kit RFID PILOT / DEMO Incluye Antenas (4), cables (4), Attenuators, Sensor, Light, Rugged Box, Signal Box	3.228,00 €	3.228,00 €
IMPORTE TOTAL SIN IMPUESTOS			3.228,00 €
DESLOSE DEL KIT			
	Unds	Importe	
IF2, Ant, Memory, Std, Eth, Std, Reserved, 865MHz 4CH	1,00	339,20 €	
AC Power Cord, Europe RoHS	1,00	3,41 €	
Univ AC Adapter, 12V/2.5A, 3 Skt, Level V (For use in EMEA)	1,00	34,09 €	
KIT, GPIO, IF5 RoHS	1,00	132,95 €	
Cable Assy, DB25P/DB25S, 6 Feet (For GPIO Terminal Box)	1,00	28,98 €	
Cable, Ant, RP-TNC to N-P 7M	4,00	178,91 €	
Diffuse 400 mm plast. Cable (Fotocelulas)	2,00	115,65 €	
Antenna RFID UHF EU 11db NF/FF	4,00	1.181,82 €	
ATENUADORES	4,00	746,02 €	
CAJA NEMA MECANIZADA	1,00	467,71 €	
Total		3.228,74 €	

PROPUESTA Económica impresoras RFID INTERMEC PX6 (ancho máximo 154 mm)

Precios de impresoras en 6 pulgadas ancho máximo de impresión, con precios DEMO.

HARDWARE (DEMO PRICE)			
Uds	Descripción	Neto	Total
1	RFID-PRT-6IN TT PRINTER PX6; 203; RFID; ETH	1.498,24 €	1.498,24 €
IMPORTE TOTAL SIN IMPUESTOS			1.498,24 €

1 Ribbon Roll included Free.

HARDWARE COMÚN			
Uds	Descripción	Neto	Total
2	LB-TAG-UHFG2- Belt Paper-Tag, EPC Class 1 Gen 2, ISO 18 000-6C, Precio/Millar. M5 128Bit EPC. Minimo 1Caja	83,33 €	166,66 €
1	ARC-ALM Portico Aluminio (Faraday), 4x4x1,5	1.599,00 €	1.599,00 €
IMPORTE TOTAL HARDWARE SIN IMPUESTOS			1.765,66 €
SERVICIOS PROFESIONALES			
2	SRV-INSTALL Instalación y puesta en marcha.	472,00 €	944,00 €
DIA 1*	Instalación de estructuras, alimentación y equipos de lectura		
DIA 2*	Verificación de lectura, optimización de ángulos de antenas, confirmación de lecturas, explicación del sistema de lectura para verificar resultados		
Al final se entrega documentación con la prueba de concepto. Incluye: Instalación, mediciones, Analisis de Espectro y formación de			- €
IMPORTE TOTAL SERVICIOS SIN IMPUESTOS			944,00 €
IMPORTE TOTAL SIN IMPUESTOS			2.709,66 €

* Gracias a nuestra experiencia, estas estimaciones se basan en proyectos anteriores