



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

Máster en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro

Tesina Fin de Máster

Análisis de Casos de Estudio sobre
Industria 4.0 y Clasificación según Sectores
de actividad y Departamentos
empresariales.

Estudiante	Daniel López-Pintor Martí
Date	14/07/2016

Director	Prof. Faustino Alarcón Valero
Tesis	
Supervisor	
Curso	2015/2016

Resumen

El objetivo de este proyecto es estudiar, dentro del ámbito de las aplicaciones de Industria 4.0, el impacto de diversas tecnologías sobre los diferentes sectores de actividad y los departamentos empresariales principales, siendo esto útil para las empresas que deseen conocer qué tecnologías pueden serles de ayuda a la hora de implementar este sistema en un departamento determinado, o para el sector al que pertenecen.

Para ello, en primer lugar se explican algunos conceptos y se hace un estado del arte de la Industria 4.0, siendo parte importante del mismo la exposición de diferentes casos de estudio reales.

Tras esto, se relacionan las tecnologías escogidas como más importantes con los departamentos y con los sectores, llegando a un mayor nivel de detalle en los sectores más influyentes.

Para terminar, se exponen una serie de conclusiones extraídas tras realizar este análisis.

Prefacio

En primer lugar, el desarrollo de la presente tesina surgió por un lado de la idea base propuesta por mi tutor y por otro de mi interés personal por el tema.

Siempre me he visto atraído por novedades tecnológicas en cualquier ámbito, y la tendencia hacia automatizar y optimizar tareas en empresas y fábricas no es una excepción.

Otro factor que me llevó a querer desarrollar este trabajo fue que la empresa donde trabajo se dedica precisamente a desarrollar aplicaciones enfocadas hacia este sector, no tanto hacia Smart Factories e Industria 4.0, pero sí hacia Smart Cities.

Además de esto, previamente a cursar este máster mi formación estuvo enfocada hacia la electrónica, y en especial hacia la automatización, por lo que este tema aúna las dos vertientes formativas que he tenido.

Por último, agradecer a mi tutor la ayuda prestada a la hora de buscar información, de consensuar el contenido presente en el trabajo, y de corregir algunos errores que han ido surgiendo a lo largo de la realización de este trabajo.

Agradecer también la confianza y el apoyo recibido por todos mis familiares ya no solo durante la realización de este proyecto, sino a lo largo de toda mi estancia en la universidad.

Índice

Resumen	3
Prefacio	5
1 Introducción	9
2 Taxonomía para el análisis de la Industria 4.0	14
2.1 Conceptos Clave	14
2.1.1 Internet of Things	14
2.1.2 Smart Factory	15
2.1.3 Big Data	16
2.1.4 Sensores y actuadores (Wikipedia, 2016)	17
2.1.5 Beacons (Hipertextual, 2016)	18
2.1.6 RFID (Tectrónica, 2016)	19
2.1.7 NFC (Xataka,2016)	20
2.2 Criterios de Búsqueda	21
3 Estado del arte de la Industria 4.0	23
3.1 Revisión de la literatura	23
3.1.1 Antecedentes y definición	25
3.1.2 Factores Clave	27
3.1.3 Pasos para su implementación	28
3.1.4 Beneficios	30
3.1.5 Seguridad	31
3.1.6 Situación de los países europeos	32
3.1.7 Aspecto de la fábrica del futuro según Audi	33
3.1.8 Empresas pioneras	34

3.2	Exposición de casos de estudio	35
3.2.1	Realidad Aumentada (AR-Tracking, 2016)	37
3.2.2	Impresora 3D (3D Print, 2016)	40
3.2.3	Sistema “Industria 4.0” de SmartFactory KL (SmartFactory KL, 2016)	42
3.2.4	Medidor de flujo de cerveza de Carriots (Carriots, 2016)	54
3.2.5	SPG Keyless (Beaconstac y SPG Promos, 2016)	56
3.2.6	Beacons de Iconeme en maniqués (Iconeme y NFCWorld, 2016)	58
3.2.7	LotTrack de Intellion (Enterprise-IoT, 2016)	60
3.2.8	Sensores en Polibol (Libelium, 2016)	63
3.2.9	Smart Tracking de alimentos (Libelium, 2016)	68
3.2.10	Telemonitorización de Intel y MimoCare (Intel, 2016)	72
4	Clasificación de Tecnologías	75
4.1	Relación entre tecnologías y departamentos	79
4.2	Relación entre tecnologías y sectores de actividad	83
4.2.1	Relación Tecnologías – Sectores Principales	83
4.2.2	Relación Tecnologías – Subsectores	98
5	Conclusiones	106
	Referencias	108

Índice de Figuras

Figura 1: Evolución del valor añadido en el mundo (Blanchet et al., 2014)	23
Figura 2: Evolución del valor añadido industrial en Europa (Blanchet et al., 2014)	24
Figura 3: Revoluciones Industriales (Hercko et al (2016) a través de DFKI (2011))	25
Figura 4: Ejemplo de hoja de ruta para Industria 4.0 (Erol et al, 2016)	28
Figura 5: Situación de los países europeos en el ámbito de la Industria 4.0 (Blanchet et al, 2014)	32
Figura 6: Aspecto de la fábrica de Audi en el año 2035 (Audi, 2015)	33
Figura 7: Estructura de casos de estudio	35
Figura 8: Casos de estudio presentados	36
Figura 9: Sistema Window to the World de Audi (Fuente: AR-Tracking, 2016)	38
Figura 10: Ubicación de componentes del compartimento del motor (Fuente: AR-Tracking, 2016)	39
Figura 11: Interior de la impresora 3D (Fuente: Audi Media Center, 2016)	41
Figura 12: Elementos clave del sistema (Fuente: Smart Factory KL, 2016)	53
Figura 13: Módulos del sistema Industrie 4.0 (Fuente: Smart Factory KL, 2016)	53
Figura 14: Diagrama medidor de flujo (Fuente: Carriots, 2016)	55
Figura 15: Pasos para utilizar SPG Keyless (Fuente: Starwood Hotels, 2016)	57
Figura 16: Recorrido de un portador de placas en planta (Fuente: Infineon Technology, 2016)	60
Figura 17: Componentes LotTrack (Fuente: Intellion, 2016)	61
Figura 18: Funciones de los sensores en Polibol (Fuente: Libelium, 2016)	66
Figura 19: Ruta seguida por un camión (Fuente: Libelium, 2016)	69
Figura 20: Tabla de temperaturas y coordenadas (Fuente: Libelium, 2016)	69
Figura 21: Componentes del dispositivo Wasmote Plug&Sense (Fuente: Libelium, 2016)	70
Figura 22: Gráficos con datos medidos por los sensores (Fuente: Intel, 2016)	73
Figura 23: Detalle de la relación de cada departamento con las tecnologías	76
Figura 24: Detalle de la relación de cada sector con las tecnologías	77
Figura 25: Detalle de la relación de cada subsector con las tecnologías	78

Índice de Tablas

Tabla 1: Esqueleto de la tabla de relación tecnologías-departamentos	75
Tabla 2: Esqueleto de la tabla de relación tecnologías-sectores	76
Tabla 3: Esqueleto de la tabla de relación tecnologías-subsectores sector X	78
Tabla 4: Relación Tecnologías – Departamentos	79
Tabla 5: Relación Tecnologías - Departamento Producción	80
Tabla 6: Relación Tecnologías - Departamento Ventas	81
Tabla 7: Relación Tecnologías - Departamento Logística	81
Tabla 8: Relación Tecnologías - Departamento Calidad	82
Tabla 9: Relación Tecnologías - Departamento Marketing	82
Tabla 10: Relación Tecnologías - Departamento I+D	82
Tabla 11: Relación Tecnologías – Sectores	84
Tabla 12: Relación Tecnologías - Sector “Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca”	86
Tabla 13: Relación Tecnologías - Sector “Industrias extractivas”	86
Tabla 14: Relación Tecnologías - Sector “Industria manufacturera”	87
Tabla 15: Relación Tecnologías - Sector “Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado”	87
Tabla 16: Relación Tecnologías - Sector “Suministro agua, act. saneamiento, gestión residuos y descontaminación”	88
Tabla 17: Relación Tecnologías - Sector “Construcción”	88
Tabla 18: Relación Tecnologías - Sector “Comercio por mayor y por menor; reparación vehículos de motor”	89
Tabla 19: Relación Tecnologías - Sector “Transporte y almacenamiento”	90
Tabla 20: Relación Tecnologías - Sector “Hostelería”	91
Tabla 21: Relación Tecnologías - Sector “Actividades financieras y de seguros”	91
Tabla 22: Relación Tecnologías - Sector “Act. profesionales, científicas y técnicas”	92
Tabla 23: Relación Tecnologías - Sector “Act. administrativas y servicios auxiliares”	92

Tabla 24: Relación Tecnologías- Sector “Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria”	93
Tabla 25: Relación Tecnologías- Sector “Educación”	93
Tabla 26: Relación Tecnologías - Sector “Actividades sanitarias y de servicios sociales”	94
Tabla 27: Relación Tecnologías- Sector “Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento”	95
Tabla 28: Relación Tecnologías - Sector “Otros servicios”	96
Tabla 29: Relación Tecnologías - Sector “Actividades hogar”	97
Tabla 30: Relación Tecnologías - Subsectores Industria Manufacturera	99
Tabla 31: Relación Tecnologías - Subsector “Industria de la Alimentación”	100
Tabla 32: Relación Tecnologías – Subsector “Fabricación de Bebidas”	100
Tabla 33: Relación Tecnologías - Subsector “Industria del Papel”	101
Tabla 34: Relación Tecnologías - Subsector “Industria Química”	101
Tabla 35: Relación Tecnologías - Subsector “Fabricación de productos metálicos”	102
Tabla 36: Relación Tecnologías - Subsector “Fabricación productos informáticos, electrónicos y ópticos”	102
Tabla 37: Relación Tecnologías - Subsector “Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques”	103
Tabla 38: Relación Tecnologías - Subsectores Industria Salud	104
Tabla 39: Relación Tecnologías - Subsector “Actividades Sanitarias”	104
Tabla 40: Relación Tecnologías - Subsector “Asistencia en establecimientos residenciales”	105
Tabla 41: Relación Tecnologías - Subsector “Asistencia de servicios sociales sin alojamiento”	105

1 Introducció

Después de tres revoluciones industriales, en los últimos años estamos viviendo unos sucesos que pueden indicar la llegada de una cuarta revolución industrial, una revolución en la que los objetos presentes en una fábrica comiencen a transformarse en objetos inteligentes, capaces de interactuar entre ellos, comunicar datos sobre el estado de producción o sobre su propio estado, etc. Esta cuarta revolución ha generado un concepto nacido en Alemania hace pocos años y cada vez más extendido por el mundo, en especial en Europa: La Industria 4.0.

La Industria 4.0 permitirá mejorar la eficiencia en las fábricas, consiguiéndose una mayor productividad y una optimización tanto de tiempos, de costes, de materiales o energético. Todos ellos son algunos de los beneficios que puede aportar este sistema de trabajo.

Otra gran ventaja es que, ante un mundo cada vez más globalizado, un mercado más cambiante y con requerimientos más estrictos por parte de los clientes, este sistema permite lograr el deseado tamaño de lote uno, es decir, conseguir fabricar en una misma serie de producción productos individuales diferentes para cada cliente, dependiendo de las necesidades, gustos o en general, de los requerimientos que pida el propio cliente.

Este trabajo sirve en primer lugar como un estado del arte de la Industria 4.0, tanto revisando la literatura existente sobre el tema como exponiendo algunos casos de estudio reales.

Otro punto importante del trabajo es que se analizan estos casos de estudio, extrayendo las tecnologías que a priori parecen más comunes, más importantes o con más proyección de cara al futuro utilizadas en dichos casos. Una vez identificadas, se clasifican según dos perspectivas: desde una perspectiva departamental, pudiendo saber así qué departamentos de la empresa están teniendo un papel más activo en el ámbito de la Industria 4.0, y desde una perspectiva de los sectores de actividad industrial en los que se están utilizando, al objeto de conocer en qué sectores se ha extendido el uso de este novedoso concepto.

Para esta clasificación se expondrán una serie de tablas, entrando más en detalle después en el caso de los sectores de actividad más importantes. Estas tablas tienen en su eje vertical las tecnologías mencionadas previamente, y en el eje horizontal los departamentos o sectores de actividad. Con esta disposición, simplemente se marcan las celdas que relacionan una tecnología con un sector o departamento concreto, haciendo ver que existe alguna relación entre ambos.

El **objetivo** de este trabajo es, por tanto, revisar e identificar qué tecnologías se están utilizando más en el contexto de Industria 4.0 y, por tanto, pueden ser útiles para los departamentos empresariales y los sectores de actividad y cuáles no. De esta forma, este trabajo será **útil** para empresas que quieran conocer cómo pueden utilizar el concepto de Industria 4.0 y, concretamente, qué tecnologías pueden ser de mayor utilidad a la hora de implementar este sistema en cada uno de sus departamentos y, perteneciendo esta empresa a un determinado sector de actividad, conocer el uso de qué tecnologías pueden ser de mayor ayuda en dicho sector.

Dicho esto, este trabajo se divide en **cuatro grandes apartados**. El siguiente apartado trata sobre la taxonomía empleada para realizar el análisis de la Industria 4.0, teniendo en cuenta en este punto tanto la exposición de algunos **conceptos clave** que serán utilizados a lo largo del trabajo como la **metodología de búsqueda** empleada.

En el Apartado 3 se realiza el **estado del arte** de la Industria 4.0, constando este apartado de dos grandes secciones: la primera es una revisión literaria que expone de manera más teórica información relativa a la Industria 4.0, y la segunda es una exposición de diez casos de estudio reales, en los que se presentan una serie de tecnologías utilizadas en empresas de diferentes sectores, y con beneficios claros para diferentes departamentos.

Tras este estado del arte, en el Apartado 4 se realiza una **clasificación** de las tecnologías extraídas según departamentos empresariales y sectores de actividad. En el caso de los sectores de actividad, dado que dentro de cada uno existen diferentes subsectores, se escogen los más importantes en función del número de posibles tecnologías a utilizar y se entra más en detalle realizando una relación entre tecnologías y cada uno de los subsectores.

Por último, el Apartado 5 recoge una serie de **conclusiones** obtenidas de este estudio, proponiendo también unas posibles líneas de investigación futuras.

2 Taxonomía para el análisis de la Industria 4.0

2.1 Conceptos Clave

En este apartado se exponen una serie de conceptos que se utilizarán de manera recurrente a lo largo del proyecto. A fin de no extender demasiado la explicación de cada concepto, simplemente se expondrá su definición, algún dato adicional de interés y, en los casos que sea necesario, alguna imagen que sirva como refuerzo a lo explicado. Los conceptos que se ha decidido explicar son:

2.1.1 Internet of Things

Kopetz (2011), en su artículo, basa Internet de las cosas en la siguiente visión. “A Smart object, que es la piedra angular de internet de las cosas, es sólo otro nombre para un sistema integrado que se conecta a Internet.” Es decir, los objetos inteligentes, son objetos físicos cotidianos que se han mejorado a través de pequeños dispositivos electrónicos que le proporcionan la capacidad de almacenar información y de transmitirla, comunicándose de este modo con otros dispositivos mediante el ciberespacio establecido por Internet. Par ello, tres elementos son necesarios: la cosa física en sí misma, el sensor o etiqueta que lleva incorporado el objeto para establecer un enlace de comunicación, y el ordenador o dispositivo que procesa los datos.

Por otro lado, una definición muy detallada del concepto se explica en el trabajo de Rolf. H Weber (2010), donde delimita IoT como “un mundo en el que los objetos físicos están perfectamente integrados en la red de información, y donde dichos objetos pueden convertirse en participantes activos en los procesos de negocio. Los servicios están disponibles para interactuar con estos “smart objects” a través de Internet, consultar su estado y cualquier información asociada con ellos, teniendo en cuenta los problemas de seguridad y privacidad”

2.1.2 Smart Factory

Comenzando por una definición, Radziwon et al. (2014) proponen la siguiente: “Una Smart Factory es una solución de fabricación que proporciona procesos productivos flexibles y adaptativos, que resolverán problemas que surjan en un entorno productivo con condiciones cambiantes en un mundo de creciente complejidad. Esta solución podría estar relacionada con la automatización, entendida como una combinación de software, hardware y elementos mecánicos, lo que debería llevar a una optimización de la producción, reduciendo tareas innecesarias y malgasto de medios. Por otro lado, puede verse también como una colaboración entre socios industriales y no industriales, donde la inteligencia se crea a partir de formar una organización dinámica”.

En este caso sería la primera versión expuesta de este concepto, es decir, relacionando la Smart Factory con un proceso de automatización que desemboque en una optimización de los procesos productivos existentes en una fábrica.

Sin embargo, y pese a los continuos avances realizados por investigadores e ingenieros, el concepto de Smart Factories es una realidad a largo plazo y, aunque ya existen algunas fábricas inteligentes no llegan todavía a estar al nivel que se espera de ellas.

Aunque depende de a partir de qué punto pueda considerarse que una fábrica es una Smart Factory, los investigadores dicen que este concepto podría ser una realidad relativamente extendida en el mundo a partir del año 2020.

Además de la mejora de la productividad, pueden reducirse costes, conseguir una eficiencia energética, conocer el estado de la maquinaria para optimizar sus mantenimientos, y un sinfín de posibilidades que mejoran las condiciones de las fábricas.

2.1.3 Big Data

Chen et al. (2012) definieron el término Big data como “un término utilizado para describir la colección de datos y las técnicas de análisis utilizadas en aplicaciones tan extensas (de terabytes a exabytes) y complejas (desde sensores a datos de redes sociales) que requieren un almacenamiento avanzado y único, análisis de gestión, y tecnologías de visualización.

Lohr (2012) definió el término Big Data como “una nueva tendencia tecnológica que abre la puerta a una nueva manera de entender el mundo y tomar decisiones”.

Algunos estudios dicen que la cantidad de datos que una empresa debe procesar puede crecer actualmente hasta un cincuenta por ciento más, es decir, que en unos dos años generarán el doble de datos que actualmente.

Buena parte de los datos adquiridos por una empresa son nuevos, ya que por ejemplo muchos de los datos generados provienen de la información emitida por los sensores integrados en los sistemas. Estos datos pueden dar información acerca del estado de la maquinaria, datos atmosféricos en tiempo real, ubicación, etc.

De ahí la relación existente entre estos primeros conceptos definidos, ya que Internet of Things actúa como una herramienta para poder construir las Smart Factories y, dado que un factor muy importante en ellas es el uso de sensores que den información en tiempo real de las variables de interés, es muy importante contar con herramientas y técnicas que sean capaces de recoger y analizar todos esos datos.

2.1.4 Sensores y actuadores (Wikipedia, 2016)

Los sensores son dispositivos que recogen información obtenida de una magnitud física externa, para transformarla en una señal eléctrica que varíe en función del valor de dicha magnitud, con el objetivo de cuantificarla y controlarla.

Existe una gran cantidad de tipos de sensores que pueden ser útiles para muchas aplicaciones, siendo ejemplos de ello los sensores de temperatura, de humedad, de luminosidad, de sonido, de proximidad o de presencia, de velocidad, de presión o de fuerza, de gas, giroscopios, de color, de nivel, y un largo etcétera de posibilidades.

Las características de un sensor y su calidad deben adecuarse al entorno en el que se utilicen y para lo que se desee utilizar. De este modo, características como el rango de medida, precisión, linealidad, sensibilidad, resolución o rapidez de respuesta deben ser las adecuadas para cada caso.

Por el contrario, los actuadores son dispositivos que recogen una señal y la transforman en una magnitud física.

Pueden ser de tipo electrónico, hidráulico, neumático o, tal vez los que más interesan en este proyecto, de tipo eléctrico.

Cuando a los actuadores eléctricos les llega una señal eléctrica, en este caso obtenida a partir de la señal eléctrica producida por un sensor, la transforman en una magnitud física como el accionamiento de un motor, por ejemplo.

Un ejemplo de un sistema sensor-actuador completo sería un aire acondicionado, el cual recoge información sobre la temperatura (magnitud física) gracias a un sensor de temperatura, y en función de la señal eléctrica producida acciona o no un motor que pone en accionamiento al dispositivo.

Existen actuadores de dos tipos: de todo-nada o de tipo continuo. En el primer caso se acciona el actuador al máximo o no se acciona, pudiendo por tanto tomar el valor cero o uno. En el segundo caso, por el contrario, el accionamiento del actuador oscila entre los valores cero y uno, pudiendo estar accionado, por ejemplo, a un veinte por ciento de rendimiento.

2.1.5 Beacons (Hipertextual, 2016)

Los beacons son dispositivos de tamaño reducido, lo que permite poder colocarlos en gran cantidad de zonas, incluso dentro de algunos objetos.

Utiliza una comunicación Bluetooth de bajo consumo (BLE) para enviar información a los dispositivos móviles que se encuentren dentro de su radio de actuación, un radio que puede llegar hasta los cincuenta metros aproximadamente.

Tiene un funcionamiento similar al del GPS, pero la ventaja de los beacons es que consume menos energía y proporciona una ubicación mucho más precisa aunque el rango de actuación sea menor, lo que les convierte en una tecnología muy útil sobre todo para interiores.

Esta tecnología es muy útil sobre todo para el ámbito del marketing, pudiendo utilizarse para enviar información adicional a posibles clientes que estén dentro de una tienda o pasen cerca de ella. Estos mensajes enviados pueden ser simplemente de información, o cupones de descuento, promociones personalizadas, etc. También es útil para el ámbito de las ventas, ya que los clientes podrían realizar compras de productos aunque la tienda esté cerrada, simplemente viendo lo que esté en el escaparate y comprándolo una vez le llegue el aviso o mensaje a su dispositivo al estar cerca del producto.

Aunque todavía no es una tecnología muy extendida, todos los sistemas operativos más nuevos de Smartphone han decidido ya incluirlo, siendo estos iOS, Android y Windows.

En cuanto a su fuente de energía, dado su bajo consumo los dispositivos beacons suelen utilizar una pila de botón con la que, dependiendo del uso que se le dé, puede tener batería durante incluso años.

2.1.6 RFID (Tecnología, 2016)

Radio Frequency Identification (RFID) significa en español identificación por radiofrecuencia. Se trata de un sistema capaz de almacenar una alta cantidad de datos a través de etiquetas.

Esto se realiza a través de pequeñas etiquetas que pueden colocarse en el componente, lugar o persona que se desee. Contienen una antena con la que enviar y recibir información de un receptor o emisor RFID.

La principal diferencia con los códigos de barras es que estos requieren un contacto directo entre el lector y el código, mientras que mediante la tecnología RFID puede leerse información sin ese contacto directo, incluso a grandes distancias y en entornos rigurosos.

Otra de las principales diferencias es que la información contenida en un código de barras es fija, mientras que la de las tarjetas RFID puede modificarse.

Una ventaja más con respecto al uso de los códigos de barras es que estos deben escanearse uno a uno haciendo posible el contacto directo entre código y escáner, mientras que en el caso de la tecnología RFID, los componentes pueden escanearse de manera automática simplemente entrando en el radio de lectura del escáner.

Un sistema RFID consta de:

- Etiquetas RFID: Ya se han definido previamente, y pueden ser de solo lectura, de lectura y escritura o de anticlíson (estas etiquetas permiten que el lector pueda identificar a varias de ellas a la vez).
- Lector RFID: Envía señales periódicamente para comprobar la posible presencia de alguna etiqueta y, si esto se cumple, extrae y procesa la información contenida en ella.
- Subsistema de procesamiento de datos: es la parte encargada de almacenar y procesar los datos recogidos.

Dentro del grupo de etiquetas RFID, existen de dos tipos:

- Pasivas: Sin alimentación eléctrica, entra en funcionamiento con la corriente eléctrica aportada por el lector cuando este envía una señal sobre la etiqueta.
- Activas: En este caso sí que tienen alimentación eléctrica, y la ventaja de estas es que pueden enviar señales más potentes y son más fiables.

2.1.7 NFC (Xataka,2016)

Las siglas NFC significan Near Field Communication, o lo que es lo mismo en español, comunicación en campo cercano.

Esta tecnología, la cual está pensada para dispositivos móviles, trabaja en los 13.56 MHz, banda para la cual no se requiere licencia.

Puede transmitir una cantidad máxima de datos de 424 kbits/s, una tasa de transferencia bastante baja que hace que su campo de aplicación sea más el de una comunicación o reconocimiento instantáneo en lugar de la de transmitir muchos datos en un periodo corto de tiempo.

Otra barrera es la distancia entre dispositivos, la cual debe ser de un máximo de unos veinte centímetros aproximadamente.

Por el contrario, el punto fuerte de esta tecnología es la velocidad, ya que puede comunicar la información de manera prácticamente instantánea.

Otro punto fuerte, aunque a medias, es la seguridad. Como se verá en apartados posteriores, un tema que se debe tener muy en cuenta en el ámbito de las aplicaciones relativas a la Industria 4.0 es la seguridad a la hora de compartir datos. En este caso, al trabajar en una distancia tan corta, se puede decir que es un punto fuerte con respecto a otras tecnologías en cuanto a la posibilidad del robo de datos.

Pueden trabajar en modo activo (los dos dispositivos generan un campo electromagnético para intercambiar datos) o pasivo (uno de los dispositivos es pasivo, y aprovecha el campo generado por el activo para realizar el intercambio de información).

Los usos de esta tecnología son variados:

- Identificación: Puede utilizarse para realizar el acceso a lugares que requieren que el usuario se identifique. Esto podría realizarse de manera muy sencilla simplemente aproximando el Smartphone o tarjeta al dispositivo de lectura.
- Intercambio de datos: Puede utilizarse para recoger información contenida en un dispositivo sobre un lugar, pudiendo acceder a ella después a través de un Smartphone.
- Pagos: Tal vez sea una de las aplicaciones con más progresión recientemente, y permite realizar pagos de manera rápida simplemente aproximando el Smartphone a un dispositivo lector que recoja la información del pago.

2.2 Criterios de Búsqueda

La metodología utilizada para la búsqueda de información relativa a los apartados posteriores ha sido diferente.

Dependiendo del tipo de información que se deseaba encontrar se ha utilizado un criterio u otro. Concretamente para la búsqueda de casos de estudio se han dejado un poco de lado vías como Scopus o Google Scholar, ya que la mayoría de documentos disponibles en estas fuentes eran primordialmente teóricos. Es por ello que se utilizó en mayor medida una búsqueda desde Google, esperando encontrar los resultados deseados en webs o artículos de prensa. A partir de las ideas surgidas y ya sabiendo las tecnologías que querían incluirse en el proyecto, se realizaron búsquedas en google que contuvieran esa palabra junto con case study, application o algo de este estilo. Se incluían también las palabras clave “Industry 4.0”, “Smart Factory”, “IoT”, etc. Las tecnologías utilizadas y por tanto palabras clave a la hora de buscar resultados fueron sensors, 3D printing, augmented reality, beacons, RFID, GPS, y dado que se incluía el apartado de “otras tecnologías” se buscó también NFC o drones.

Poco a poco se fue acotando desde resultados muy genéricos a aplicaciones más concretas de lo que se iba encontrando. Un ejemplo de ello es el de los casos encontrados que utilizan la tecnología de los beacons, ya que al principio se buscaron resultados con las palabras clave “beacons case study” y “beacons application”, y a raíz de algunos resultados encontrados se comprobó que unos de los ámbitos de uso de esta tecnología era en hoteles y tiendas de ropa, por lo que se acotó buscando “beacons hotel case study” o “beacons mannequins”.

Además, poco a poco se fueron encontrando webs o empresas que se dedicaban a realizar aplicaciones en el ámbito de la Industria 4.0, por lo que fue más sencillo encontrar aplicaciones concretas o nuevas ideas que utilizarasen alguna de las tecnologías seleccionadas para poder incluirlas en el proyecto.

Para el caso de la revisión literaria de la Industria 4.0 la metodología fue diferente. Al tratarse este punto de recopilar información más bien teórica, en este caso sí que se utilizaron webs tales como Scopus o Google Scholar, en especial la segunda.

De hecho, pese a que en algunas ocasiones se utilizó Scopus para que las búsquedas fuesen más precisas (dado que tiene la opción de que solo devuelva los artículos que tengan todas las palabras clave utilizadas), finalmente todos los artículos utilizados acabaron por obtenerse de Google Scholar.

Dado que previamente se había hecho un borrador con los apartados que se querían incluir en la revisión, fue sencillo encontrar los resultados deseados, ya que simplemente se tuvo que utilizar palabras clave base tales como Industry 4.0, y en menor medida Internet of Things o Smart Factory, junto con otras palabras relacionadas con lo que se quería incluir en cada apartado, siendo algunas de ellas Industrial Revolution, Implementation, Benefits, Advantages, Future, Safety, Enterprises, etc.

Simplemente filtrando los resultados por fecha de publicación y por relevancia, y ojeando los artículos cuyo título parecía afín a lo buscado y que estuviesen disponibles, acabaron encontrándose relativamente bastantes resultados, dado que no existen demasiados trabajos en este ámbito, y mucho menos en puntos tan concretos como por ejemplo la seguridad.

Además, a través de un reciente artículo de mi tutor pude acceder en un primer momento a bibliografía que me sirvió como base para seguir buscando información.

Por último, para la búsqueda de información para definir los conceptos clave a tener en cuenta a lo largo del proyecto se utilizaron las dos vías, utilizando para algunos de ellos simples búsquedas en Google con el fin de encontrar la definición concreta del término y algo de información temporal, y para otros buscando en Google Scholar para poder recurrir a definiciones aportadas por los autores de dichas investigaciones.

3 Estado del arte de la Industria 4.0

Este apartado consta de dos partes bien diferenciadas, las cuales son una breve revisión bibliográfica más teórica con la que poder familiarizarse con el concepto de Industria 4.0 y algunos puntos relacionados con dicho concepto, y por otro lado una exposición de casos prácticos reales dentro del ámbito de la Industria 4.0.

3.1 Revisión de la literatura

La industria es una actividad de vital importancia en una región, ya que mediante ella puede mantenerse tanto el mercado laboral de dicha región como el valor añadido o las habilidades que los empleados pueden aportar. Una industria débil se traduce en incluso modificaciones en los estamentos sociales de una región, ya que puede afectar a la clase media y polarizar cada vez más la sociedad.

Europa, entre otras potencias, se ha sumido en los últimos años en una dinámica de decrecimiento en cuanto al porcentaje de cuota mundial de industria.

Según Blanchet et al. (2014), esto se ha debido a dos grandes fracturas industriales sucedidas en los últimos años.

La primera de ellas llegó a raíz de la aparición de países emergentes como son las BRIC o algunos países de Europa del Este. Entre el año 1990 y 2011, el crecimiento del valor añadido de fabricación de estos países emergentes fue 10 veces mayor al de otros países con una industria tradicional, tal y puede observarse en la Figura 1.

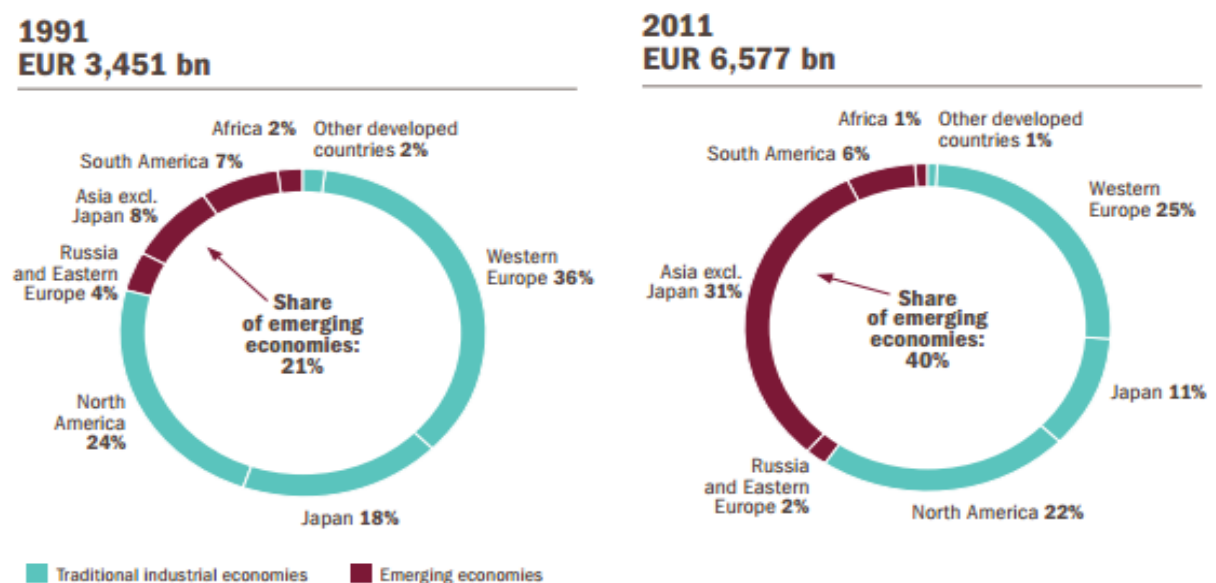


Figura 1: Evolución del valor añadido en el mundo (Blanchet et al., 2014)

La segunda gran fractura industrial se produce dentro de Europa, donde algunos países han conseguido mantener su valor añadido industrial mientras que en otros ha disminuido de manera considerable. Esta variación en los niveles de valor añadido industrial puede observarse para algunos de los principales países europeos a través de la Figura 2.

Pero actualmente están produciéndose cambios para dar la vuelta a esta situación y, para ello, se requiere adaptarse a mercados volátiles existentes actualmente.

Bauer et al. (2015) sostiene que la clave de la competitividad es actualmente la flexibilidad, y es que la tendencia actual hacia plazos más cortos, fluctuaciones en las cantidades pedidas o productos cada vez más personalizados obliga a tener una cadena de suministro mucho más flexible.

Por este motivo, y como una nueva evolución en lo que a la industria se refiere, nació el término de Industria 4.0.

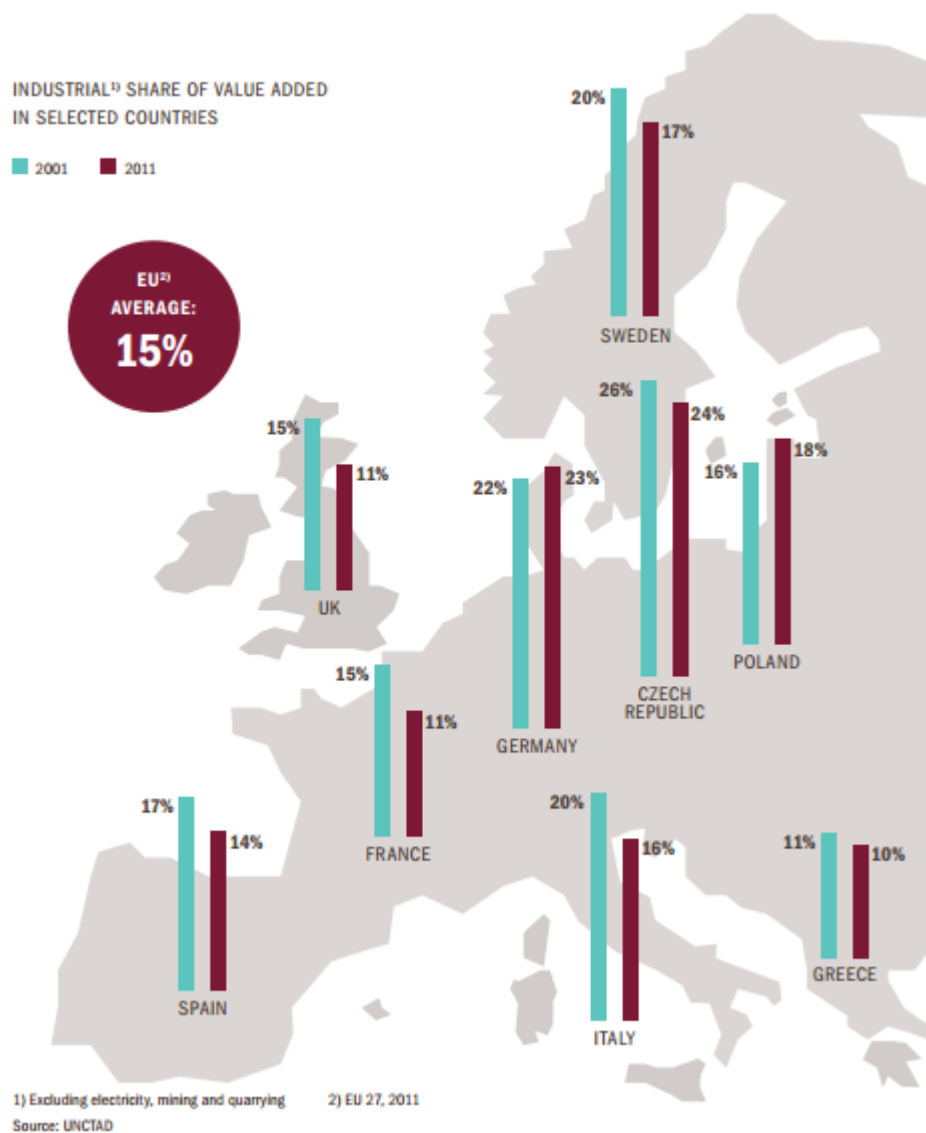


Figura 2: Evolución del valor añadido industrial en Europa (Blanchet et al., 2014)

3.1.1 Antecedentes y definición

Para llegar hasta la Industria 4.0, primero se deben recordar las revoluciones industriales que se han dado a lo largo de la historia en el mundo.

La primera de ellas comenzó en el siglo XVIII y se desarrolló a lo largo de todo el siglo XIX. En ella se introdujeron elementos mecánicos que facilitasen las tareas de producción, mediante el uso de la energía hidráulica, de vapor o herramientas para máquinas.

La segunda revolución industrial tuvo lugar a finales del siglo XIX, momento en el que comenzó a utilizarse la electricidad en la producción, se introdujo la producción en masa, y se empezó a adoptar un sistema con el que organizar las tareas y los tiempos adjudicados a las mismas.

La tercera revolución llegó más recientemente, aproximadamente en 1970, cuando comenzó a utilizarse la electrónica y las tecnologías de la información con el objetivo de poder llegar a automatizar tareas de producción. Esta revolución también es llamada como la revolución digital, y se ha extendido su uso hasta nuestros días.

La cuarta y última revolución industrial está teniendo lugar actualmente. En la Figura 3 podemos ver de manera muy gráfica el desarrollo de estas revoluciones industriales a lo largo del eje temporal, además de características clave de cada una de ellas.

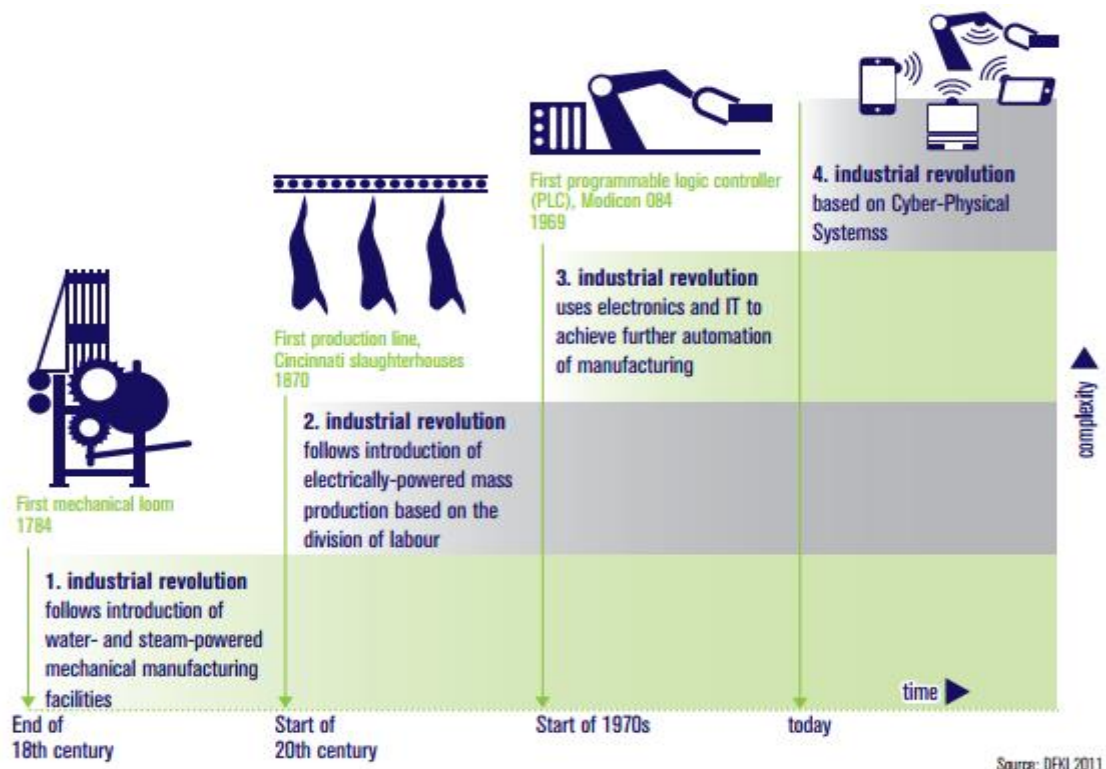


Figura 3: Revoluciones Industriales (Hercko et al (2016) a través de DFKI (2011))

Tal y como sostienen Blanchet et al. (2014), esta cuarta revolución industrial está produciéndose todavía en este momento y existen sectores que están cambiando de manera más pronunciada y rápida que otros, los cuales evolucionan más constante y lentamente. Sea como fuere, en todos los ámbitos se están introduciendo los objetos físicos, máquinas, procesos o sistemas de producción dentro de una red de información conectada a internet.

Ligado a esta cuarta revolución industrial nació el concepto de “Industria 4.0” en el año 2011. Dicen Hermann et al. (2015) que el término nació a raíz de la iniciativa “Industrie 4.0”, una asociación surgida en Alemania con el objetivo de mejorar la competitividad mundial de Alemania en el panorama productivo, y que estaba formada, entre otros, por grandes personalidades del mundo empresarial, político y educativo del país. Esta iniciativa acabó desembocando en un proyecto de gran importancia cuyo objetivo es alcanzar el liderazgo en la innovación tecnológica, proponiendo grandes objetivos a cumplir desde el momento de su creación hasta el año 2020.

Shrouf et al. (2014) exponen en su artículo que uno de los principios de la Industria 4.0 consiste en recoger y compartir información en tiempo real. Además, el ministerio de educación e investigación de Alemania definen el término Industria 4.0, entre otras cosas, diciendo que los cyber-physical systems ayudan a mejorar la flexibilidad de las redes, lo cual se traduce en máquinas y plantas capaces de modificar su comportamiento ante pedidos o condiciones diferentes. Estos sistemas son capaces de recibir información, analizarla y modificar su manera de actuar dependiendo de dicha información.

3.1.2 Factores Clave

Previamente se han expuesto algunos motivos que han llevado a provocar el nacimiento de esta cuarta revolución industrial bajo el nombre de Industria 4.0. En este punto se va a analizar más en detalle los factores que han influido en el nacimiento de este sistema, los cuales atienden básicamente a dos vertientes diferenciadas según Lasi et al. (2014).

En primer lugar existen factores más relacionados con una perspectiva social o económica, los cuales son los expuestos a continuación:

- **Periodos de desarrollo cortos:** Acortar los tiempos que tarda un producto desde que se piensa hasta que llega al cliente empieza a ser una ventaja competitiva importante para muchas empresas.
- **Individualización de la demanda:** Existe una clara tendencia hacia el tamaño de lote uno, ya que muchos clientes buscan un producto diferenciado del resto o personalizado.
- **Flexibilidad:** Como ya se ha comentado previamente, la flexibilidad es clave para ser competitivo, ya que tu sistema debe poder adaptarse a cambios de manera eficaz.
- **Descentralización:** Para una mayor rapidez a la hora de tomar decisiones deben reducirse las escalas jerárquicas dentro de la empresa.
- **Eficiencia de los recursos:** Se requiere una optimización de los recursos para conseguir la sostenibilidad en el contexto de la industria.

Por otro lado, en el nacimiento de la Industria 4.0 influyen una serie de factores pertenecientes a un ámbito relacionado con la tecnología. Estos son:

- **Mecanización y automatización:** Cada vez se utilizan más ayudas técnicas que faciliten las tareas de fabricación. Además, existe una clara tendencia hacia la automatización de las tareas productivas mediante el uso de estaciones de trabajo automatizadas.
- **Digitalización:** La creciente instalación de sensores en el ámbito de la fabricación deriva en un gran número de datos en formato digital que deben ser controlados y analizados. Esta tendencia lleva al nacimiento también de otras tecnologías complementarias como la protección digital (término del que se hablará más adelante) u otra tecnología que definida y que se utilizará en apartados posteriores como la realidad aumentada.
- **Miniaturización:** La tendencia tecnológica a conseguir mejores prestaciones en espacios más reducidos deriva en productos más complejos cuya fabricación no puede abordarse solo con mano de obra humana.

3.1.3 Pasos para su implementación

Erol et al. (2016) proponen un posible modelo, el cual incluye una serie de pasos con los que guiar a las empresas en su búsqueda de una estrategia u objetivo relacionado con el ámbito de la Industria 4.0. Este modelo se compone de tres fases que son:

- **Visualizar:** Esta etapa consiste en familiarizarse primero con conceptos generales de Industria 4.0, para luego relacionarlos con objetivos específicos de la empresa.

Esta etapa consta a su vez de dos fases:

En la fase de entrada una serie de conceptos clave son explicados, habitualmente por expertos externos, y tras esto los accionistas de la empresa exponen el estado actual de la empresa. Con esto, los accionistas pueden ser aconsejados sobre cómo evolucionar la empresa y, dado que se han expuesto términos teóricos clave, esto puede realizarse de manera colaborativa.

Por otro lado está la fase de salida, en la que tratan de formarse ideas teniendo en mente en todo momento un dibujo claro sobre cómo se quiere que sea la empresa en el futuro.

- **Habilitar:** En esta etapa se llega a un mayor nivel de detalle, realizando una hoja de ruta en la que plasmar una serie de estrategias de manera clara y ordenada. En esta hoja de ruta existe un eje horizontal de tiempo en el que se diferencia entre el corto, medio y largo plazo, y un eje vertical con diferentes perspectivas como pueden ser de mercado, producto, proceso y de red. La Figura 4 muestra un ejemplo de cómo sería esta hoja de ruta.

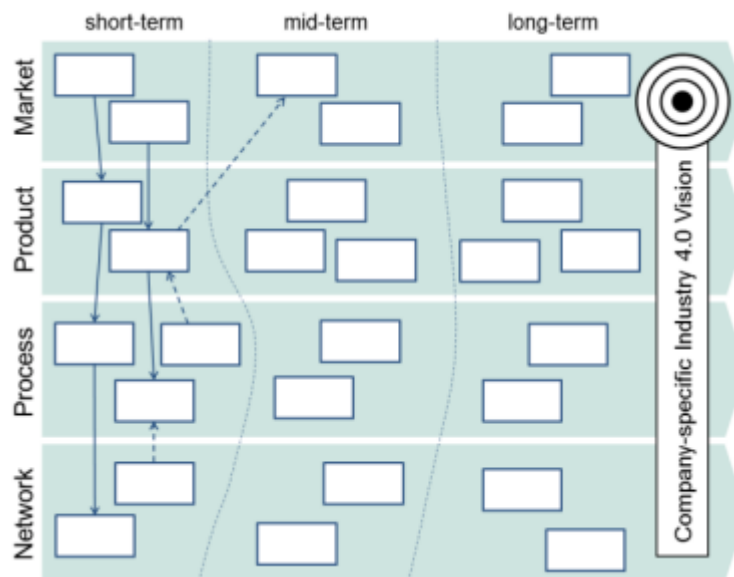


Figura 4: Ejemplo de hoja de ruta para Industria 4.0 (Erol et al, 2016)

Una vez se tiene esto, comienzan a definirse objetivos para cada perspectiva y plazo, empezando por la perspectiva de mercado, en la que se definen segmentos de mercado en función a la evolución de la demanda futura.

A partir de este estudio de mercado se obtienen los productos a fabricar para satisfacer esa demanda futura.

Tras esto se definen los procesos para fabricar los productos, teniendo en cuenta la tecnología que se va a necesitar en dicho sistema de producción.

Por último, en la perspectiva de red se definen una estructura con los socios necesarios para poder desarrollar el producto final definido antes.

Se ve que, además de los objetivos contenidos en las celdas, estos se relacionan mediante flechas, las cuales varían entre continuas y discontinuas. Las continuas representan requerimientos de la perspectiva inicial (superior) sobre la perspectiva final (inferior). Por el contrario, las discontinuas muestran posibles factores de éxito para la perspectiva final.

Con todo esto se obtiene una perspectiva global en torno a la estrategia que se persigue para conseguir esa Industria 4.0.

- **Representar:** El objetivo de este punto es conseguir pasar de las estrategias definidas previamente a proyectos. Por lo tanto, deben definirse objetivos, equipos de trabajo, plazos, prioridades o riesgos.

En esta etapa también debe existir una colaboración, ya que los departamentos a los que influye la adopción de un proyecto deben realizar sugerencias para adecuarlo al máximo.

Al finalizar esta etapa, los resultados deben ser contrastados con lo expuesto en las dos etapas anteriores.

3.1.4 Beneficios

La creación de fábricas en un contexto de Industria 4.0 dota a la misma de una serie de características y beneficios. Shrouf et al. (2014) exponen en su artículo algunos de estos beneficios o características generales:

- **Personalización en masa:** Las nuevas líneas de producción deben poder variar los procesos que deben seguir para cada orden de producción. La ventaja de esto es que se puede personalizar cada producto mientras se consigue un tamaño de lote uno.
- **Flexibilidad:** Un sistema inteligente debe poder adaptarse a cambios, los cuales se realizan teniendo en cuenta variables como el tiempo o el coste.
- **Visibilidad y toma de decisiones optimizada:** La Industria 4.0 aporta transparencia en toda la cadena en tiempo real, pudiendo así tomarse decisiones de manera mucho más ágil y acertada, y consiguiendo una mayor eficiencia en el proceso de producción.
- **Nuevos métodos de planificación:** Otras variables no tan habituales como la eficiencia de los recursos o energética tienen un mayor peso a la hora de optimizar los procesos de fabricación.
- **Crear valor a partir de datos:** El Big Data permite la recolección de una gran cantidad de datos, y a partir de su análisis pueden generarse gran cantidad de mejoras a nivel de planta o de producto. Estos datos provienen de dispositivos tales como sensores.
- **Crear nuevos servicios:** La Industria 4.0 llegará a crear incluso nuevos servicios previos y posteriores a la venta de un producto. Un ejemplo de ello es el servicio que ofrecen los beacons antes de la venta (posteriormente se verán algunos casos de estudio).
- **Automatización:** Cada vez en mayor cantidad, las líneas de producción estarán cada vez más automatizadas, aportando esto mayor eficiencia, eficacia y un menor número de errores.
- **Mantenimiento proactivo:** La recolección de datos del sistema en tiempo real por medio de sensores permitirá, por ejemplo, conocer el estado de las máquinas y realizar mantenimientos sobre ellas cuando empiecen a detectarse datos poco comunes y que puedan significar que existe algún tipo de fallo.
- **Cadena de suministro conectada:** Además de transparencia a nivel interno de fábrica, también se compartirá información en tiempo real a lo largo de toda la cadena de suministro, mejorando así la eficiencia de la misma.
- **Gestión energética:** Para que exista una mejora en cuanto a eficiencia energética pueden utilizarse contadores inteligentes que proporcionen en tiempo real el consumo existente, tomando decisiones en consonancia.

3.1.5 Seguridad

La gran cantidad de datos que se generan en el entorno de una Industria 4.0 a través de dispositivos como sensores y el hecho de que parte de esos datos se compartan entre empresas para conseguir una eficiencia mayor en la cadena de suministro hacen que un factor de vital importancia en este campo sea el de la seguridad.

Riahi et al. (2013) exponen en su artículo una visión general en torno a este tema, presentando tanto los actores principales como algunos aspectos a tener en cuenta.

Como actores principales, se diferencia entre:

- **Personas:** Son quienes deben gestionar la seguridad, definiendo las normas de seguridad y midiendo su eficiencia.
- **Procesos:** Hace referencia a cumplir ciertos requerimientos de seguridad a lo largo del desarrollo de ciertas tareas en un entorno de Industria 4.0.
- **Objeto:** Una de las partes más importantes es el propio objeto, dotado de “inteligencia” gracias a sensores. Dado que es capaz de emitir y recibir información, debe asegurarse la correcta seguridad del mismo.
- **Ecosistema tecnológico:** Hace referencia al entorno creado y las decisiones tomadas para asegurar la seguridad del sistema.

Algunos aspectos a tener en cuenta para asegurar la seguridad en el sistema son:

- **Identificación:** Este punto tiene en cuenta la seguridad que deben tener los objetos para defenderse de las personas.
- **Confianza:** Mide el nivel de seguridad que puede aportar el ecosistema tecnológico al objeto inteligente.
- **Privacidad:** Este aspecto relaciona a las personas con el ecosistema. Debe tenerse en cuenta la privacidad tanto a la hora de recoger datos, compartirlos y gestionarlos.
- **Responsabilidad:** Deben definirse las responsabilidades para evitar problemas cuando un objeto regule un proceso. Deben definirse también derechos de acceso en procesos que compartan recursos entre objetos.
- **Autoinmunidad:** Este punto se refiere a los objetos en sí mismos, los cuales deben detectar fallos o ataques en su sistema.
- **Seguridad:** Las personas deben definir procesos que reduzcan las posibilidades de fallo en el sistema.
- **Fiabilidad:** Relaciona los procesos con el ecosistema. Debe asegurarse la disponibilidad de cierta información a lo largo del tiempo.

3.1.6 Situación de los países europeos

Blanchet et al. (2014) dibujaron la situación actual de los países europeos en su grado de adaptación a la llamada Industria 4.0.

En la Figura 5 puede observarse que la gráfica se divide en 4 cuadrantes: Líderes, potencias, dudosos y tradicionalistas. La posición de cada uno de estos cuadrantes viene dada por el índice de adopción del modelo de Industria 4.0 (eje Y) y cuota de fabricación a nivel europeo (eje X).

Los líderes son los países con mayor puntuación en ambos aspectos, las potencias los países que sí que adoptan medidas de la Industria 4.0 pero no tienen tanta cuota de fabricación, los dudosos tienen poca puntuación en ambos campos, y por último los tradicionalistas tienen una alta cuota de fabricación pero un índice de adopción de Industria 4.0 bajo.

En el caso particular de España, puede observarse que pertenece al grupo de dudosos. Además, su índice de producción es de los más bajos de este grupo, pero por otro lado el índice de adecuación al modelo de Industria 4.0 es de los más elevados.

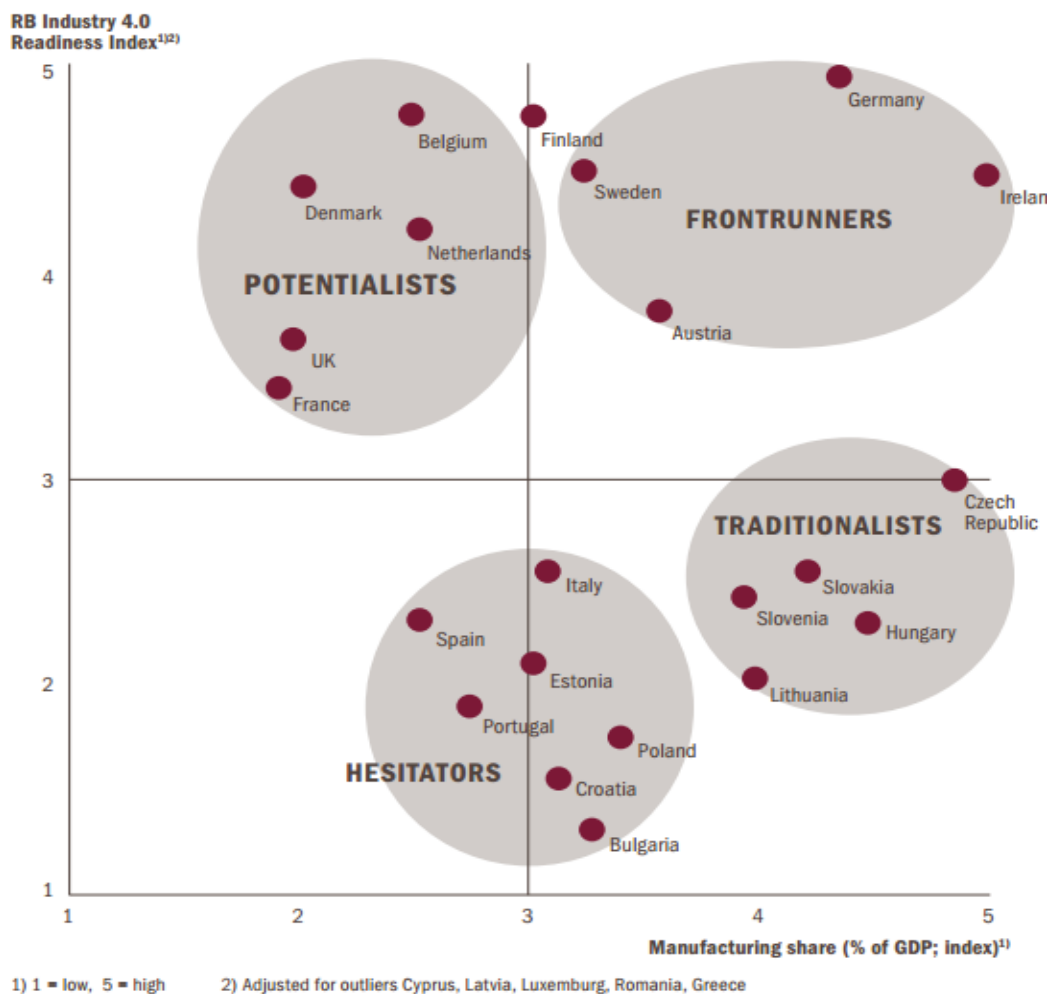


Figura 5: Situación de los países europeos en el ámbito de la Industria 4.0 (Blanchet et al, 2014)

3.1.7 Aspecto de la fábrica del futuro según Audi

Audi presentó en 2015 un posible modelo del aspecto que tendrá una fábrica en el año 2035 aproximadamente, explicando además cómo funcionará una fábrica en ese entorno (Audi, 2015). Algunas de las novedades que presentarán estas fábricas son:

- En la fábrica del futuro los procesos productivos se realizarán en las llamadas islas de competencias, en lugar de en líneas de producción convencionales.
- En cada isla o estación de trabajo, trabajarán tanto empleados como robots asistentes.
- Los coches se moverán entre estaciones por medio de transportes no pilotados, los cuales conocerán qué proceso necesita a continuación el vehículo, llevándolo así a una estación u otra.
- Las piezas se fabricarán a partir de impresoras 3D de metal.
- La fábrica se controlará mediante la llamada torre, la cual funcionará como central de datos, conociendo así gran cantidad de información en tiempo real.
- Pese a que las tareas productivas se harán en gran medida de manera automatizada, esto no conllevará que el número de empleados se vea reducido.
- Se utilizarán drones para transportar piezas individuales de forma rápida.
- Para personalizar y hacer lo más ergonómicos posibles los vehículos fabricados, se utilizarán escáneres para tener las medidas del futuro conductor y poder fabricar los asientos a medida para ellos mediante impresoras 3D.
- Además de las mencionadas en el artículo, otras muchas nuevas tecnologías tendrán un papel importante en la fábrica del futuro.

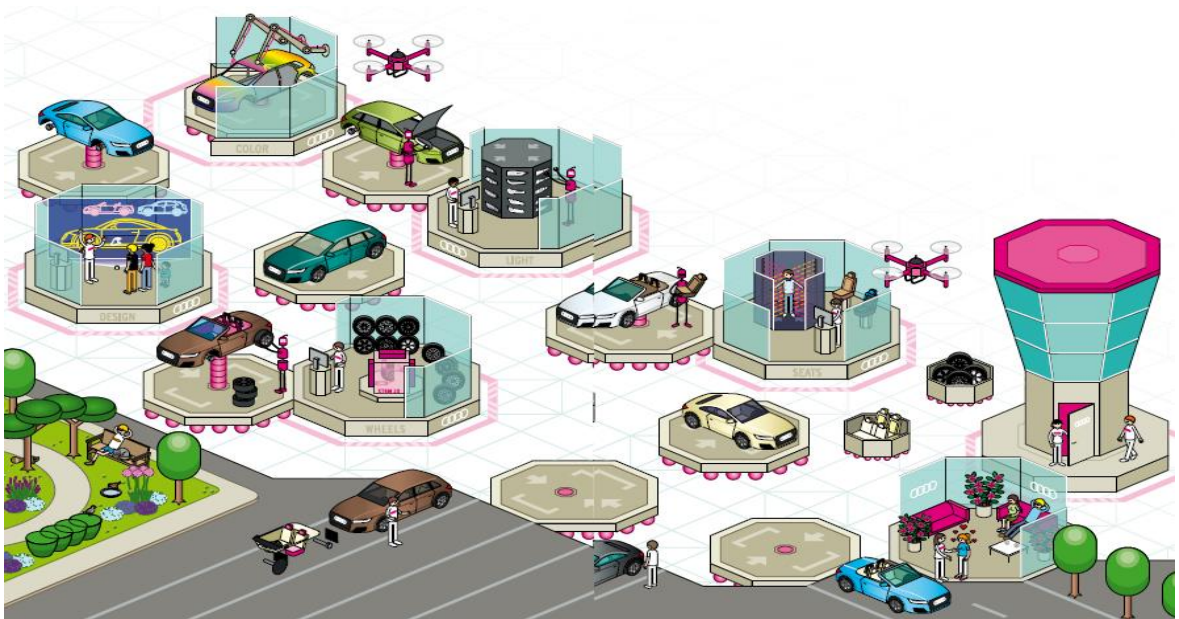


Figura 6: Aspecto de la fábrica de Audi en el año 2035 (Audi, 2015)

3.1.8 Empresas pioneras

Aunque en el siguiente apartado se van a tratar casos prácticos de estudio de empresas reales que han adoptado soluciones relativas a la Industria 4.0, en este apartado se van a exponer algunas empresas que han sido pioneras en ello.

Blanchet et al. (2014) expusieron en su artículo algunas empresas que han entrado dentro del ámbito de la Industria 4.0 de forma precoz, antes que otras grandes multinacionales que empiezan a entrar en este ámbito actualmente o que incluso todavía no lo han hecho. Las empresas de las que se hablan son expuestas a continuación:

- Trumpf: Es una importante empresa dedicada a la fabricación de herramientas y maquinaria industrial, y se ha ganado un lugar en este ranking por ser una empresa que desde hace ya un tiempo realiza la fabricación de sus máquinas de forma “inteligente”.

Cada componente utilizado sabe que procesos o tareas se han realizado sobre él, y la posibilidad de comunicarse en tiempo real con el propio sistema hace que las opciones de producción puedan optimizarse de manera automática.

- Siemens: La gran multinacional alemana Siemens ha entrado en el campo de la Industria 4.0 a través de la ingeniería médica.

Tradicionalmente, las prótesis óseas eran productos estandarizados, por lo que los ingenieros debían utilizar días en adecuar los productos a cada persona. Actualmente, gracias al software utilizado por Siemens, pueden fabricarse estas prótesis en apenas tres o cuatro horas, facilitando y agilizando el proceso productivo.

- Rolls-Royce: Otra empresa pionera, en este caso de la tecnología de impresión 3D, es Rolls-Royce.

Es de las primeras marcas en contemplar la inclusión de esta tecnología en la fabricación de motores de avión. La ventaja de esto es que el lead time puede llegar a ser de 18 meses, y el uso de impresoras 3D reduciría en gran medida estos plazos.

- Dassault Systemes: La marca francesa fue pionera al aportar una plataforma 3D mediante la cual tanto ingenieros y diseñadores pudieran trabajar en nuevos diseños de manera más realista.

3.2 Exposición de casos de estudio

Pese a ser un tema relativamente novedoso, cada vez son más los casos de empresas que deciden adoptar una o varias medidas que consigan convertir algunos de sus procesos en inteligentes.

En este apartado se van a exponer con la mayor claridad posible varios **casos prácticos**, no entrando tanto en el aspecto técnico sino más bien en la finalidad y las ventajas de la aplicación en sí.

Para la realización de este apartado se ha seguido una estructura como la de la Figura 7, en la que primeramente se expone un **resumen** del caso a tratar, nombrando en cada caso la empresa que utiliza la aplicación y/o la lleva a cabo, y se da una visión general de qué se consigue con esta aplicación. En segundo lugar, se explica la **tecnología** o tecnologías utilizadas en cada caso, entrando más en detalle en cómo se hace funcionar la aplicación. Tras esto, se enumeran las **ventajas** que proporciona la implantación de cada sistema en la empresa. Por último, se cita el **sector** al que pertenece la empresa que utiliza la aplicación y a qué **departamento** o departamentos afecta la implantación de ésta.

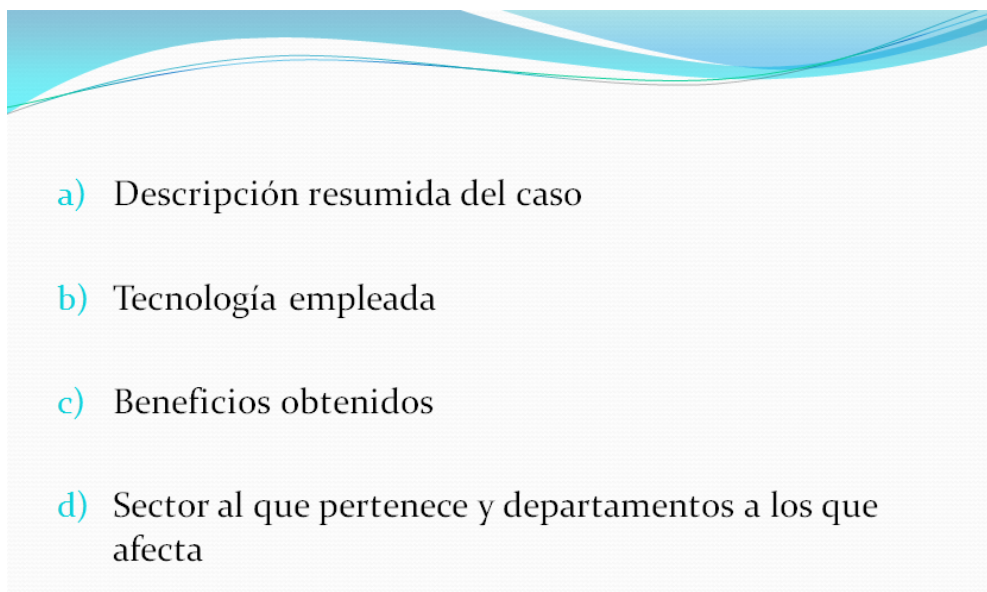


Figura 7: Estructura de casos de estudio

El hecho de recoger las tecnologías utilizadas en cada caso práctico, el sector al que pertenece la empresa y los sectores a los que afecta cada aplicación se debe a que en puntos posteriores se tratará de reflejar la relación entre estas tecnologías y los sectores, o entre las tecnologías y algunos departamentos de las empresas.

Por este motivo, en este apartado se buscan aplicaciones que utilicen tecnologías diferentes entre sí, que sean utilizadas por empresas pertenecientes a sectores diferentes, y además que afecten a departamentos diferentes. El objetivo de esto es intentar abarcar el máximo de variables que aparecerán en apartados posteriores, consiguiendo de este modo que la mayor cantidad de datos obtenidos posible sean contrastados con información real en lugar de por opinión propia.

En la Figura 8 puede verse un resumen de los casos que se van a tratar a continuación, permitiendo esta imagen tener en un simple vistazo la estructura del apartado.

1. Realidad Aumentada 

2. Impresora 3D 

3. Sistema "Industria 4.0" de SmartFactoryKL

1. Pilz 

2. Festo 

3. Bosch Rexroth 

4. Harting 

5. SmartFactory KL 

6. Phoenix Contact 

7. Lapp Kabel 

8. SmartFactory KL 

4. Medidor flujo cerveza de Carriots 

5. SPG Keyless 

6. Beacons de Iconeme en maniqués 

7. LotTrack de Intellion 

8. Sensores en Polibol

9. Smart Tracking de alimentos 

10. Telemonitorización de Intel y MimoCare 

Figura 8: Casos de estudio presentados



3.2.1 Realidad Aumentada (AR-Tracking, 2016)

a) Descripción resumida del caso

En la planta de Audi en Ingolstadt, Alemania, se introdujo hace apenas un año una nueva herramienta con la que facilitar el desarrollo de los automóviles fabricados en la planta, así como una reducción de errores de diseño, entre otras ventajas.

Este instrumento cuenta con una cámara en su parte frontal, con la cual se capta la imagen de la zona del vehículo que se requiera. Dispone también de una pantalla, por la que se puede ver lo captado por la cámara en cada instante. Por último, el aparato cuenta con elementos mecánicos que permiten trasladarlo y rotarlo.

Este dispositivo descrito permite visualizar una realidad aumentada del vehículo, es decir, superponer a la imagen real captada por la cámara otras imágenes útiles para conocer el posible resultado de realizar modificaciones en el vehículo o el resultado final que debe tener.

El sistema se llama “Window to the World” y fue creado por ART en conjunto con Metaio.

b) Tecnología empleada

El sistema cuenta con el propio dispositivo el cual, tal y como se ha descrito antes, cuenta con una cámara en su parte frontal con la que tomar la imagen de lo que se tiene delante, y una pantalla en la que poder visualizar lo captado por la cámara, pero con imágenes superpuestas de lo que se requiera en cada instante.

Además existen 18 cámaras de infrarrojos presentes en la sala, con las que detectar la posición del vehículo y del dispositivo de realidad aumentada consiguiendo, al conocer la posición y la distancia entre ambos puntos, que el resultado de superponer imágenes sea lo más fiel posible a la realidad, pudiendo controlar la escala de las imágenes superpuestas.

Por último, se requiere de un ordenador que coloque mediante el software de diseño de Metaio los elementos necesarios sobre la imagen del vehículo.

En la Figura 9 se puede observar cómo es visualmente este sistema.

En primero lugar aparece el propio dispositivo y, aunque no consigue verse la cámara frontal, sí que se ve la pantalla mostrando tanto lo captado por la misma como la imagen superpuesta por el sistema.

Se visualiza también el sistema mecánico del dispositivo, el cual permite su traslación y rotación.

Por último, en el montaje de vigas metálicas que aparece detrás consiguen adivinarse varias de las cámaras de infrarrojos que detectan la posición relativa entre el dispositivo y el automóvil, para que la posición y el escalado de la imagen superpuesta se correspondan a la realidad.



Figura 9: Sistema Window to the World de Audi (Fuente: AR-Tracking, 2016)

c) Beneficios obtenidos

- Comprobar que el diseño coincide de manera exacta con el producto final ya montado.
- Saber de manera muy intuitiva el resultado final que debe tener el vehículo.
- Reducir errores de diseño y/o montaje.
- Reducir el tiempo de detección de errores de montaje a menos de 15 minutos.
- Reducción de prototipos creados.
- Reducir costes y tiempos.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Esta aplicación pertenece al sector de fabricación de vehículos, y en concreto afecta a los siguientes departamentos:

- Departamento de producción → Afecta a este departamento ya que facilita el correcto montaje de las piezas que deben ir ubicándose en el vehículo. Consigue también que el tiempo de montaje sea más corto, ya que el operario sabe en todo momento dónde y cómo montar las piezas.

En la Figura 10 puede verse la utilidad de la aplicación en este ámbito, ya que muestra sobre la parte delantera vacía del coche, donde deben ir ubicadas la batería, motor, cables, y otros muchos componentes.



Figura 10: Ubicación de componentes del compartimento del motor (Fuente: AR-Tracking, 2016)

- Departamento de I+D: Los ingenieros pueden comprobar el resultado de realizar diversas modificaciones sobre el vehículo de la manera más real posible. Gracias a la adaptación más fiel de los diseños sobre el producto, el número de prototipos necesarios se ve reducido.

Departamento de Calidad: Como se ha dicho en el punto anterior, puede comprobarse de manera mucho más rápida que las especificaciones del diseño coinciden completamente con las del resultado final, facilitando considerablemente el proceso de detectar errores, lo cual podría hacerse, según ART, en menos de 15 minutos.



3.2.2 Impresora 3D (3D Print, 2016)

a) Descripción resumida del caso

Esta aplicación viene también de la mano de la empresa Audi, en la que comienza a utilizarse la tecnología de impresión 3D para la fabricación de piezas de metal o aluminio para sus automóviles.

Por ahora se utiliza tan solo para maquetas y ya se ha llevado a cabo alguna fabricación como es la de la reproducción a escala 1:2 de uno de sus antiguos monoplazas. Sin embargo, la idea es que en un tiempo pueda utilizarse esta tecnología de manera más generalizada en series de producción completas, ya que este método de producción conllevaría una serie de ventajas que se explicarán más adelante. Otro objetivo es utilizar máquinas de mayor tamaño para poder fabricar piezas más grandes.

b) Tecnología empleada

Para esto se utiliza la impresora 3D industrial "Concept Laser M2 Cusing".

Esta impresora funciona mediante el proceso SLS, que significa sintetizado láser selectivo. Durante este proceso se utiliza un láser de alta potencia que pueda derretir los diminutos gránulos de metal (o aluminio) de un tamaño de entre 15 y 40 milésimas de milímetro contenidos dentro de la impresora, seleccionando las zonas concretas de actuación para conseguir la impresión de la pieza requerida.

Con esta impresora se pueden fabricar piezas de unas dimensiones cercanas a los 240mm de largo y unos 200mm de alto, consiguiendo unos resultados de calidad incluso mejores que con otros métodos de fabricación.

En la Figura 11 se puede observar cómo es por dentro la impresora 3D a la que se hace referencia en este caso práctico, pudiendo observar los gránulos a los que se hacía referencia previamente, los cuales son fundidos por el láser hasta conseguir la pieza final, la cual también se puede observar en la imagen.



Figura 11: Interior de la impresora 3D (Fuente: Audi Media Center, 2016)

c) Beneficios obtenidos

- Se pueden conseguir resultados mucho más robustos en los prototipos utilizando estas piezas de metal en lugar de plástico.
- Posibilidad de fabricar piezas con una geometría compleja sin ningún problema, tarea que sería de gran dificultad realizándola manualmente.
- Ahorro en tiempo.
- Mejor aprovechamiento de la materia prima.
- Puede conseguirse una densidad de las piezas incluso mayor que las fabricadas por fundición a presión o moldeo en caliente.
- Reducción de costes.
- Mayor facilidad para fabricar piezas.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Este caso práctico en concreto pertenece al sector de fabricación de vehículos, aunque podría ser extrapolado a cualquier otro sector industrial en el que se fabriquen piezas en este caso metálicas.

En cuanto a los departamentos a los que afecta, esta aplicación es de vital ayuda para el departamento de producción, que vería reducido el tiempo para fabricar este tipo de piezas y, además, podría fabricarlas de manera mucho más sencilla.



3.2.3 Sistema “Industria 4.0” de SmartFactory KL (SmartFactory KL, 2016)

SmartFactory KL es una asociación fundada en 2005 que cuenta con varias empresas colaboradoras, y que tiene como objetivo conseguir que los periodos para que un producto nuevo llegue a manos del consumidor final sean cada vez más cortos, además de conseguir una producción cada vez más flexible y con tamaños de lote cada vez más pequeños.

Un proyecto que se está llevando a cabo es la llamada planta “Industrie 4.0”, en el que los diferentes colaboradores tratan de llevar a cabo sistemas con los que automatizar las diferentes operaciones que se llevan a cabo durante el proceso de producción, creando un entorno de producción inteligente. Desde hace un tiempo, cada colaborador (o un conjunto de ellos) está desarrollando módulos independientes con los que, una vez interconectados, poder realizar un proceso de producción completo de forma automatizada.

Sirve además como banco de pruebas de tecnologías nuevas, componentes novedosos o arquitecturas de control inéditas, los cuales son integrados en el sistema, para después ser probados y desarrollados.

Dado que los módulos han sido desarrollados de manera independiente por cada uno de los fabricantes, el sistema puede ser controlado de forma local o a nivel de fábrica. Se puede controlar también cómo debe ser fabricado cada producto, atendiendo a los requisitos especificados por cada cliente.

Por último, los módulos utilizados en este sistema son Plug&Play, y detectan la distribución del sistema automáticamente, por lo que se puede reducir el número de módulos, aumentarlos, o redistribuirlos sin ningún tipo de problema y en pocos minutos.

Como se verá una vez se explique el funcionamiento, el sistema en su conjunto está dotado de tecnología con la que poder almacenar y leer información relevante del producto, de herramientas con las que poder llevar a cabo el proceso de montaje, y sistemas con los que comprobar que los procesos anteriores se han llevado a cabo de manera correcta. Esto hace del sistema una línea de producción muy completa, y con la ventaja de estar automatizada.

Este apartado está dividido en varios subapartados, uno por cada módulo producido por estos colaboradores. En cada uno de ellos se realiza una o varias tareas de interés pertenecientes al proceso de producción.



3.2.3.1 Módulo de Pilz

a) Descripción resumida del caso

Pilz se encargó de la fabricación de un módulo de almacenamiento. En concreto, este sistema funciona como un almacén automatizado de contenedores de piezas. Si se detecta que uno de estos contenedores está vacío, el sistema actúa retirándolo de la línea de producción y almacenándolo.

Por otro lado, cuando el servidor central informa al módulo de que ha entrado un nuevo pedido para el cual se necesitan contenedores adicionales, éste simplemente cogerá uno de los contenedores vacíos almacenados previamente y lo depositará sobre la línea de producción.

b) Tecnología empleada

En cuanto a tecnología, este módulo utiliza sensores de varios tipos, elementos de control, actuadores, lectores y etiquetas RFID, elementos mecánicos, componentes de infraestructura de red y, por último, sistemas operativos y de visualización de Pilz.

El modo en que algunos de estos elementos actúan en el sistema es el siguiente: los sensores captan que un contenedor de piezas pasa por el módulo, identificándolo mediante tecnología RFID.

Si, tal y como se menciona en el punto anterior, se da la situación de que el contenedor está vacío, se recoge mediante una pinza, la cual lo retira de la línea de producción y lo almacena.

El proceso inverso ocurre cuando se requiere un contenedor extra vacío para un pedido entrante.

c) Beneficios obtenidos

- Regulación y optimización automática del flujo de materiales.
- Mejora de la seguridad y del nivel de disponibilidad de contenedores de piezas.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

El módulo de Pilz puede utilizarse en industrias manufactureras, y concretamente esta aplicación es de utilidad para el departamento de producción.



3.2.3.2 Módulo de Festo

a) Descripción resumida del caso

El módulo de Festo tiene varias funciones principales.

En primer lugar, es la etapa en la que la base del cajetín es colocada sobre la línea de producción.

Por otro lado, la tarea principal de este módulo es dotar al producto de una memoria digital, la cual contiene las tareas de producción que deben llevarse a cabo a lo largo de los procesos que se realizarán en las siguientes etapas.

Tras esto, se hace un grabado individual dependiendo de las especificaciones del cliente

b) Tecnología empleada

Este módulo utiliza la tecnología RFID, sensores y actuadores.

El uso de la tecnología RFID en esta aplicación se basa en la colocación de una etiqueta RFID en la base del producto, antes colocado sobre la línea de producción gracias a los sensores y actuadores que se exponen más tarde.

Esta etiqueta RFID contiene las tareas de producción que se deben seguir para ese producto en concreto. La información contenida en la etiqueta es transferida desde el ERP utilizado en el sistema mediante protocolo HTTP.

La tecnología RFID también aparece en la última tarea de este módulo en la que, mediante un lector de RFID, se lee la información necesaria de la etiqueta para hacer un grabado en la base del cajetín acorde a las especificaciones dadas por el cliente.

Los sensores y actuadores sirven para controlar la posición de la pieza, manipularla y colocar en ella la etiqueta RFID antes mencionada.

c) Beneficios obtenidos

- Dotar a cada producto de una memoria digital, en la que se almacena la información necesaria.
- Conseguir un tamaño de lote unitario, ya que cada producto seguirá un proceso de producción diferente al resto.
- Posibilidad del cliente de personalizar el producto.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Este módulo puede utilizarse en cualquier industria manufacturera en la que los productos fabricados tengan diferentes opciones de acabado o en el que se permita un alto grado de personalización por parte del cliente.

En cuanto a departamentos a los que afecta, este módulo se utilizaría en el departamento de producción exclusivamente.



3.2.3.3 Módulo de Bosch Rexroth

a) Descripción resumida del caso

Bosch Rexroth contribuye a este sistema con su módulo de producción. Concretamente se encarga de una de las fases de producción del artículo final, la cual consiste en colocar un soporte de sujeción en la base del cajetín que forma parte del tarjetero final.

b) Tecnología empleada

Utiliza sensores que detectan cuando la pieza está en el lugar correcto, un lector RFID para leer la información sobre los requerimientos de ese producto en concreto, y actuadores que se encargan de manipular el muelle de sujeción hasta conseguir colocarlo de manera adecuada en la base del tarjetero.

c) Beneficios obtenidos

- Como este módulo se encarga de unir varias piezas que forman parte del producto final, su ventaja principal es poder automatizar esta tarea de producción, la cual requeriría de mano de obra humana en el caso de no estar automatizada.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Este módulo puede utilizarse en cualquier industria manufacturera en la que se trabaje mediante una línea de producción con varias estaciones que realicen tareas de montajes de productos independientes entre sí.

En cuanto a departamentos, este módulo es de gran utilidad en el departamento de producción.



3.2.3.4 Módulo de Harting

a) Descripción resumida del caso

Este módulo y el anterior son complementarios entre sí, ya que ambos se encargan de tareas de montaje en la producción del artículo final.

El módulo de Harting se denomina módulo de encaje, ya que es en él donde se ensambla la pieza superior del cajetín que forma el tarjetero final a la inferior, a la que previamente se le ha añadido ese soporte al que se hacía referencia en el módulo de Bosch.

Este módulo aporta también un grado de personalización al producto final que se entrega al cliente, dado que esta pieza superior del cajetín puede ser de color azul o negro dependiendo de la decisión del cliente.

b) Tecnología empleada

Como en casos anteriores, este módulo utiliza sensores, actuadores y tecnología RFID.

Los sensores detectan cuándo el producto está en la posición correcta para ser manipulado por el actuador, el cual es un brazo robótico encargado de coger la parte superior del cajetín adecuada y realizar su ensamblado a la parte inferior.

Como en módulos anteriores se utiliza la tecnología RFID, mediante la cual el lector es capaz de leer la información guardada en la etiqueta y colocar la parte superior del cajetín del color especificado por el cliente.

c) Beneficios obtenidos

- Automatización de tareas de producción
- Posibilidad de ofrecer a los clientes productos finales personalizados adaptados a sus gustos o necesidades.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Este módulo es de gran utilidad en cualquier industria manufacturera en la que se fabriquen productos con posibilidad de elegir entre diferentes opciones de acabado, ya que éste es capaz de leer información de interés de la etiqueta RFID y adaptar a ésta las tareas a realizar.

En lo que a departamentos se refiere, este módulo puede utilizarse en el departamento de producción.



3.2.3.5 Módulo de Smart Factory KL

a) Descripción resumida del caso

El módulo creado por la propia Smart Factory KL completa la funcionalidad del módulo de Harting antes mencionado.

Este módulo almacena carcasas diferentes a las anteriormente descritas de color negro o azul, por lo que cuando un cliente solicite una de estas carcasas de otro color, este módulo se encargará de facilitársela al módulo de Harting, para que finalmente éste la coloque sobre la base del cajetín.

b) Tecnología utilizada

Es un robot quien, cuando le llega la orden, recoge la carcasa del color adecuado y la coloca en la posición correcta para que llegue al módulo de Harting y pueda manipularse desde allí, de modo que pueda realizarse el montaje de manera acorde a lo especificado previamente por el cliente.

El módulo recoge la información de los pedidos almacenados en el ERP para saber e informar al usuario sobre cuándo debe ser utilizado, de manera que cuando entra una producción en la línea, este sistema informa al usuario sobre si debe ser utilizado y de qué manera.

c) Beneficios obtenidos

- Aporta funciones adicionales al sistema.
- Permite un mayor grado de personalización del producto.
- Ayuda al usuario a conocer en el montaje de qué productos en concreto debe utilizarse este módulo.

d) Sector y departamentos

Es útil en industrias manufactureras donde se fabriquen productos a lo largo de cadenas de montaje en las que cada estación se encargue de tareas de producción diferentes. Con este módulo puede aumentarse la cantidad de piezas diferentes que puede haber en cada estación de trabajo sin tener que aumentar demasiado el tamaño de la línea de producción.

Al igual que para los módulos anteriores, esta aplicación es de utilidad en el departamento de producción.



3.2.3.6 Módulo de Phoenix Contact

a) Descripción resumida del caso

El módulo de Phoenix Contact permite individualizar cada producto generado, alcanzando así el grado de personalización más alto posible.

Su función es grabar, mediante un sistema láser, un código QR sobre la carcasa del producto final, el cual contenga información de importancia como es el nombre de la empresa o también una tarjeta de visita digital.

b) Tecnología empleada

Este módulo utiliza sensores, tecnología RFID y tecnología láser.

Los sensores detectan cuándo la posición de la pieza es la idónea para su adecuada manipulación.

Mediante lectores RFID, el sistema es capaz de leer la etiqueta presente en la pieza y conocer, por tanto, información relativa a las especificaciones dadas por el cliente. Concretamente, le sirve para saber cómo debe ser el grabado que se realizará sobre el tarjetero en esta etapa de producción.

Una vez la pieza está en la posición adecuada y el lector ya ha recogido la información pertinente, el sistema láser comienza a hacer el grabado del símbolo QR, que contendrá información de interés sobre la empresa y sobre el consumidor final, que será quien posea el tarjetero.

c) Beneficios obtenidos

- Se consigue un tamaño de lote mínimo.
- El grado de personalización del producto que puede obtener el cliente final alcanza su nivel máximo, ya que cada producto final contendrá información individualizada para cada uno de ellos.
- La tecnología láser permite hacer el grabado de un código QR sobre el propio producto, sin tener que recurrir a adhesivos u otros métodos menos eficaces.
- Al realizar el sistema los procesos leídos desde la información de la etiqueta RFID, el número de errores se ve reducido.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Puede servir para cualquier industria manufacturera en la que se fabriquen productos y se requiera de algún tipo de grabado sobre la superficie del mismo.

En cuanto al departamento, este módulo es de interés para el departamento de producción.



3.2.3.7 Módulo de Lapp Kabel

a) Descripción resumida del caso

Lapp Kabel fue el encargado de desarrollar el módulo de control de calidad, el cual tiene dos funciones:

En primer lugar, este módulo se encarga de inspeccionar el producto final en busca de imperfecciones o errores en el montaje, guardando después el resultado de la comprobación realizada.

Tras esto, el producto pasa a la etapa final del módulo, donde se separan las piezas correctas de las que no lo son, expidiendo las primeras.

Al igual que sucedía en el módulo de Harting, se puede acoplar también en este caso el módulo de robot de Smart Factory KL, cuya función en este caso sería coger la pieza final presente en el módulo de Lapp Kabel, insertar un pequeño regalo con un tamaño acorde al del cajetín en el que iría contenido, y devolverlo al módulo de Lapp para que éste siga haciendo sus funciones.

b) Tecnología empleada

En este módulo se utilizan sensores, actuadores, tecnología RFID y cámaras.

En primer lugar, los sensores detectan cuándo la pieza está en una posición correcta para la realización de las siguientes tareas.

Unas cámaras de alta resolución inspeccionan el producto final para comprobar si es correcto o no.

Tras esto, se utiliza la tecnología RFID para almacenar en la etiqueta presente en el producto el resultado de la inspección, es decir, si el producto final es adecuado o defectuoso.

Un lector RFID lee el resultado desde la etiqueta y un robot pick and place de dos ejes separa los productos correctos de los que no lo son.

c) Beneficios obtenidos

- Automatización de la tarea de control de calidad y de la separación de los productos óptimos de los defectuosos.
- Previsible reducción de errores en el proceso de control de calidad del producto final, ya que se reduce el posible error humano.
- Posibilidad de guardar en el propio producto información sobre si es apto o no, pudiendo acceder a dicha información en todo momento.
- En general, distinguir más matices a la hora de discernir entre los productos adecuados y los inadecuados.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Esta aplicación es de gran utilidad en industrias manufactureras donde la fabricación de productos requiera de una última inspección visual para comprobar si el acabado es el correcto o no.

En cuanto a departamentos, este módulo sería útil para el departamento de calidad y, en menor medida, para el de producción.



3.2.3.8 Módulo de Smart Factory KL

a) Descripción resumida del caso

De nuevo Smart Factory KL contribuye a la creación de este sistema con la fabricación de un módulo de pesado.

Esta etapa complementa a la anterior de Lapp Kabel, ya que en ésta se continúa con el control de calidad del producto, determinándose en este caso si el peso de cada producto es el adecuado.

b) Tecnología empleada

Este módulo utiliza sensores, Tecnología RFID, y una báscula de precisión.

Al igual que en casos anteriores, los sensores determinan el momento en el que la posición del producto es la correcta.

Tras esto, se utiliza una báscula de precisión para comprobar el peso del producto que se encuentra en el módulo.

Por último, se almacena la información recogida en el pesaje en la etiqueta del producto mediante la tecnología RFID.

c) Beneficios obtenidos

- Automatizar otra tarea del proceso de control de calidad del producto, midiendo en este caso su peso.
- Almacenar en el propio producto la información sobre el peso del mismo, pudiendo acceder a dicha información en cualquier momento.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Al igual que en el caso anterior, este módulo es de gran utilidad en industrias manufactureras donde la fabricación requiera de una inspección del producto final, siendo en este caso la característica crítica el peso del producto.

En cuanto a departamentos, este módulo sería útil para el departamento de calidad y, en menor medida, para el de producción.

Además de todos estos módulos desarrollados por algunos fabricantes, existen otras empresas colaboradoras que han contribuido en otros aspectos al correcto desarrollo y funcionamiento de este sistema. En la Figura 12 se pueden observar algunos de los colaboradores que intervienen y su función, aunque el diagrama no está del todo actualizado, y no aparecen algunos de los nuevos colaboradores que se han unido más recientemente al proyecto de Smart Factory KL.

Dejando de lado los módulos ya explicados previamente, se puede observar la presencia de una última estación de trabajo manual creada por MiniTec, ya que no todas las tareas de montaje o reparaciones pueden ser realizadas de manera automatizada. Para algunas tareas, el operario que utilizase dicha estación podría contar con objetos inteligentes como son gafas de realidad aumentada, o simplemente smartphones, tablets... que ayudasen a la correcta ejecución de la tarea planificada.

Aparecen también otras empresas que aportan lo siguiente:

- Siemens aporta un software de gestión de ciclo de vida del producto, mediante el cual se puede manejar información vital generada a lo largo del ciclo de vida del producto, desde su diseño hasta que es eliminado, pasando por su producción.
- El ERP es de vital importancia para el correcto funcionamiento del sistema, y es proporcionado por la empresa ProAlpha.
- Para facilitar una rápida integración del sistema, Cisco brinda su experiencia y aporta la infraestructura del sistema.
- Además de la fabricación de uno de los módulos, Harting aporta la medición de potencia utilizada por el sistema.
- Otro concepto muy importante es la seguridad, y en este caso es la empresa Hirschmann la que se encarga de la seguridad en la producción.
- Por último, la propia asociación Smart Factory KL aporta entre otras cosas infraestructura y coordinación al sistema.

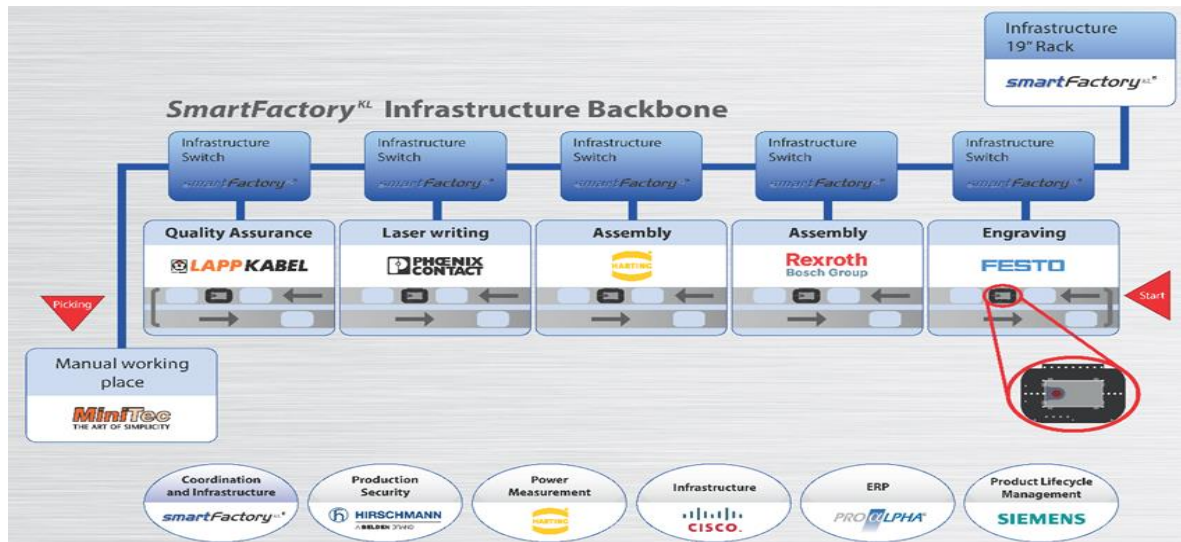


Figura 12: Elementos clave del sistema (Fuente: Smart Factory KL, 2016)

Como se puede ver, faltan varios módulos, los cuales se integraron más tarde. La que se ve en la imagen anterior es la versión del modelo lanzada en 2014, mientras que la versión más completa fue lanzada en 2015.

También en la Figura 13 se puede observar la primera versión del conjunto del sistema que forma el llamado "Industrie 4.0, que en este caso permite observar el aspecto real de algunos de los módulos descritos anteriormente.

El orden que siguen los módulos en esta imagen es el mismo en el que se han explicado, pero podrían tener un orden diferente. Por ejemplo, el módulo de robot fabricado por Smart Factory KL podría aparecer también después del control de calidad, teniendo en cada caso una función diferente.



Figura 13: Módulos del sistema Industrie 4.0 (Fuente: Smart Factory KL, 2016)



3.2.4 Medidor de flujo de cerveza de Carriots (Carriots, 2016)

a) Descripción resumida del caso

La idea de este proyecto era conocer la cantidad de cerveza que se sirve en cada momento mediante un medidor de flujo, teniendo de este modo información detallada sobre en qué momentos del día se consume más, cómo afectan los días festivos o las promociones impulsadas por la empresa, qué bebidas se consumen en mayor cantidad... Con esta información se pueden tomar decisiones posteriormente como por ejemplo el consumo de qué bebidas debe impulsarse, en qué momentos del día es más rentable realizar promociones, y otra serie de medidas con las que se consiga rentabilizar al máximo el consumo y, por tanto, los beneficios.

Este caso en concreto fue solicitado por un empresario local que deseaba tener la información antes mencionada, por lo que Carriots impulsó este proyecto en colaboración con Mahou-San Miguel.

b) Tecnología empleada

En esta aplicación se utiliza un sensor y un sistema informático en el que registrar y procesar la información obtenida.

Para la realización de este proyecto se instaló un sensor capaz de medir el flujo de líquido que va desde el barril de cerveza hasta el grifo dispensador, enviando éste la información que recoge a la nube de Carriots.

Tras esto, la información pasa a sistemas informáticos cuya función es extraer la información más relevante obtenida de los datos recogidos, proporcionando después esta información a quien deba hacerse cargo de su correcta interpretación.

En la Figura 14 se ve un diagrama en el que se representa de qué manera fluye la información desde los datos recogidos en el sensor.

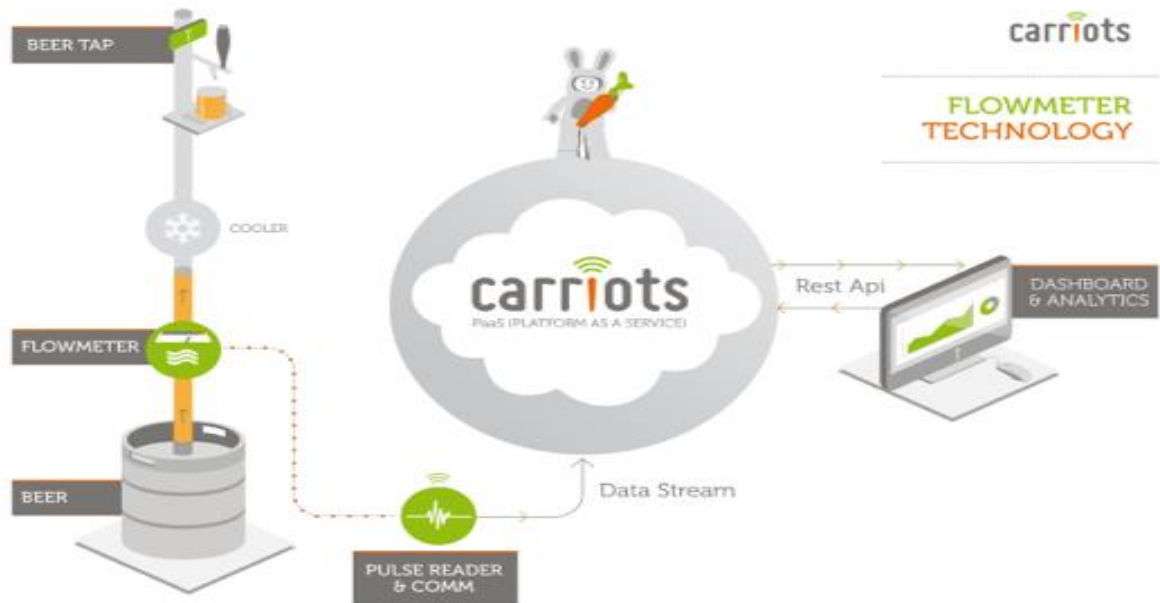


Figura 14: Diagrama medidor de flujo (Fuente: Carriots, 2016)

c) Beneficios obtenidos

- Conocer los consumos por tipo de bebida, pudiendo de este modo fomentar el consumo de una u otra dependiendo de lo que se necesite.
- Conocer los consumos por horas, días, en función de promociones, etc., y poder registrar la información de manera que se pueda consultar de manera muy visual los consumos acumulados, por horas o de cada tipo de bebida.

Si la empresa proveedora de bebidas es quien tiene acceso a la información, ésta puede saber si en algún momento la cantidad consumida de su bebida es mayor que la suministrada, de lo que se puede deducir que la empresa está vendiendo producto de otra marca.



3.2.5 SPG Keyless (Beaconstac y SPG Promos, 2016)

a) Descripción resumida del caso

A principio del año 2014, la cadena de hoteles Starwood comenzó a probar en algunas de sus instalaciones la tecnología de los beacons. En concreto, hizo esta prueba en dos de sus hoteles de Estados Unidos.

En estos hoteles, los clientes podían simplemente por medio de la aplicación SPG (Starwood Preferred Guest), recibir una llave virtual en su dispositivo móvil y abrir con ella la puerta de su habitación. Esto evita pasar por el proceso de check-in del hotel, ya que en el propio dispositivo móvil aparece la habitación a la que debes ir, y además éste sirve como llave de la propia habitación.

Actualmente, esta aplicación puede utilizarse ya en muchos más hoteles de la cadena, concretamente en unos 150 hoteles de todo el mundo.

b) Tecnología empleada

Para el uso de este sistema solo se requieren dos tecnologías:

- Los beacons ya explicados anteriormente, los cuales funcionan mediante BLE (Bluetooth Low Energy).
- Un dispositivo móvil que recoja la señal emitida por el beacon.

En este caso en concreto, se utiliza el protocolo iBeacon de Apple, por lo que esta aplicación solo está disponible para dispositivos de la misma marca.

En la Figura 15 pueden observarse los pasos a seguir para poder utilizar este sistema. Una vez descargada la aplicación SPG, debe registrarse el dispositivo. Después de esto, si se va a reservar en un hotel que tiene disponible la opción SPG Keyless, la propia aplicación dará la posibilidad de activar esta opción en la reserva. Por último, una vez la habitación esté preparada, se recibirá una notificación en la que se informará del número de habitación, y una vez se esté en el hotel podrá utilizarse el sistema SPG Keyless para acceder a la habitación sin necesidad de más elementos que el dispositivo móvil conectado previamente a la aplicación SPG.

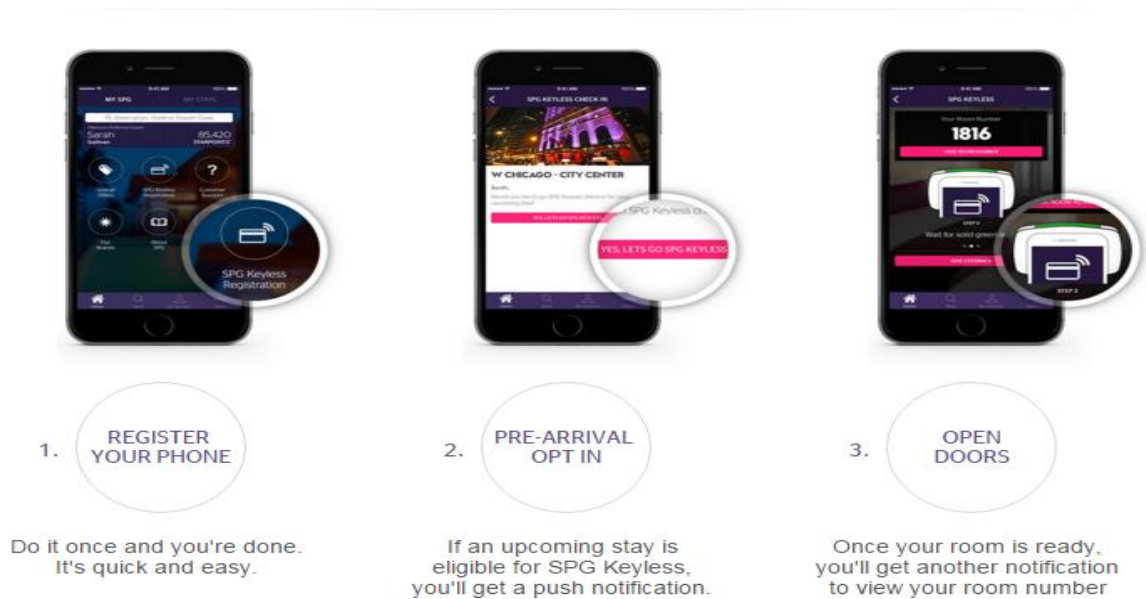


Figura 15: Pasos para utilizar SPG Keyless (Fuente: Starwood Hotels, 2016)

c) Beneficios obtenidos

- Evitar el descontento de clientes por hacer largas colas para realizar el proceso de check-in o check-out.
- Facilitar que los clientes encuentren su habitación u otros lugares del hotel. Utilizando la geolocalización, se envía información oportuna al dispositivo para saber en qué dirección ir.
- Se consigue una experiencia más atractiva para el cliente, quien puede utilizar su dispositivo móvil como llave para acceder a la habitación.
- Puede enviarse al dispositivo del cliente información sobre el menú del día, horarios de actividades u otras cosas con las que mantenerles informados.
- Por otro lado, los beacons también facilitan la recogida de datos sobre los empleados para medir su productividad y ajustar horarios.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Esta aplicación pertenece al sector de la hostelería y, dentro de este grupo, concretamente pertenece al grupo de servicios de alojamiento.

En cuanto a departamentos, en este tipo de sectores se tienen unos departamentos algo diferentes a los habituales en una empresa.

En este caso, afectaría sobre todo al departamento de recepción y al departamento de ventas.



3.2.6 Beacons de Iconeme en maniqués (Iconeme y NFCWorld, 2016)

a) Descripción resumida del caso

Empresas textiles como House of Fraser, Bentalls o Hawes&Curtis han comenzado ya a utilizar los llamados “maniqués inteligentes”, los cuales pueden dar información a los clientes por medio de sus smartphones. Concretamente, estos comparten información con respecto a la ropa, calzado y complementos que llevan equipados, pudiendo el cliente observar los productos de manera independiente y conocer información adicional acerca de cada uno de ellos, como por ejemplo dónde puede encontrarse cada artículo contenido en el maniquí o cuál es su precio.

Además de conocer información extra, los clientes pueden acceder a la web y comprar los artículos que están buscando en cualquier momento, o por ejemplo pueden compartir información sobre algún artículo en redes sociales o por mensaje instantáneo a través de sus smartphones. Además, pueden guardar los conjuntos que deseen, y recuperarlos un tiempo después para comprarlos.

Esta aplicación no solo ayuda a que el cliente conozca información de los artículos a la venta en la empresa sino que, visto desde la perspectiva más empresarial, también permite que la empresa conozca más información sobre los clientes. Por ejemplo puede conocerse la edad, género, localización dentro de la tienda, qué artículos ha visto cada cliente y cuáles ha acabado comprando, etc. Por supuesto, es decisión del propietario del Smartphone decidir qué información da y no da sobre sí mismo. Con esto la empresa puede enviar promociones personalizadas y conocer muchos datos de interés.

Es la empresa Iconeme la encargada de “dotar de inteligencia” a esos maniqués de las empresas textiles antes nombradas, entre otras, por medio de uno de sus productos, el VMBeacon.

b) Tecnología empleada

Como se ha dicho previamente, esta aplicación utiliza los dispositivos VMBeacons de la empresa Iconeme, los cuales se encuentran en el interior de los maniqués de las tiendas.

El otro elemento clave para posibilitar el uso de esta aplicación es el propio smartphone del cliente.

Para que los dos elementos anteriores interactúen, el beacon emite una señal en BLE (Bluetooth Low Energy), que puede llegar hasta los 50 metros del dispositivo. Si se tiene la aplicación de Iconeme descargada en el Smartphone y el Bluetooth activado, el beacon enviará una notificación al cliente, quien podrá acceder a información detallada de las prendas que lleva un maniquí en concreto.

Por tanto, simplemente se requiere instalar los beacons y programar qué contenido debe emitir cada uno.

c) Beneficios obtenidos

- Permite a los clientes comprar en cualquier momento del día, aunque la tienda esté cerrada, ya que pueden acercarse a los maniqués del escaparate, ver en su Smartphone que artículos lleva y comprar algunos de ellos online.
- Da la posibilidad de que los clientes conozcan mucha más información sobre cada artículo a la venta.
- Resulta una experiencia atractiva para el cliente.
- Pueden realizarse ofertas personalizadas a cada cliente, conocer qué artículos ha visto, cuáles se ven con mayor frecuencia y con menos, cuáles se compran más y menos, y un largo etcétera de información que puede ser de gran utilidad para los empresarios que utilicen esta aplicación.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Esta aplicación está en el sector de la industria manufacturera, y más concretamente en el sector textil.

En cuanto a departamentos, esta aplicación afecta al departamento de ventas y de marketing principalmente.

3.2.7 LotTrack de Intellion (Enterprise-IoT, 2016)

a) Descripción resumida del caso

Infineon es una empresa fabricante de componentes electrónicos. En su planta de Austria se desarrollan sobre todo circuitos integrados, algunos de gran complejidad.

Varios circuitos se agrupan en cada placa y, a su vez, varias de ellas se almacenan en portadores de placas. Estos son de gran utilidad para transportar placas entre estaciones de trabajo, ya que pueden requerir de hasta cientos de tareas de producción para completar la fabricación del artículo final.

Algunas empresas pueden realizar el proceso de transporte entre estaciones de trabajo de manera automatizada, pero otras muchas requieren de más flexibilidad a la hora de ir a una estación de trabajo u otra, por lo que la automatización en estos casos es bastante más compleja de poder realizar y, en muchos casos, el transporte entre estaciones de trabajo de estos portadores se hace de manera manual.

En la Figura 16 se muestra uno de los recorridos de un portador de placas a través de la planta, pudiéndose observar, aunque con dificultad, entre qué estaciones de trabajo se mueve y, por tanto, qué tareas de producción se realizan sobre esas placas contenidas en ese portador en concreto.

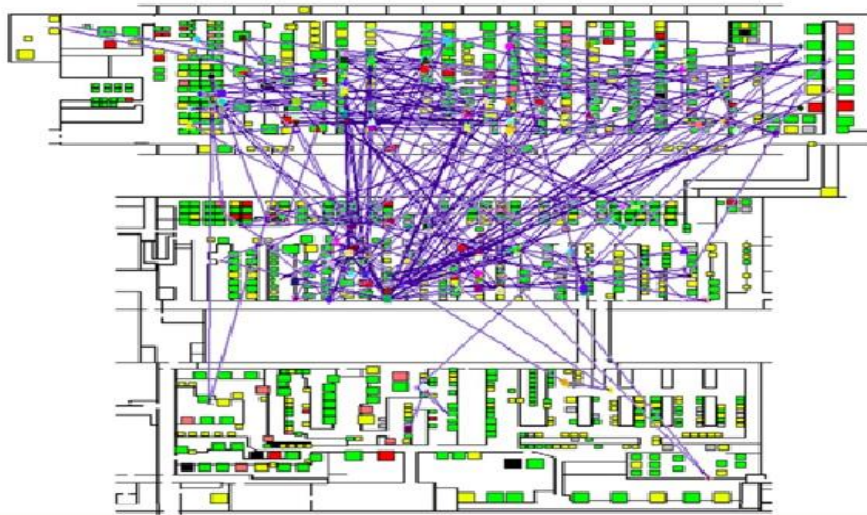


Figura 16: Recorrido de un portador de placas en planta (Fuente: Infineon Technology, 2016)

Debido a la necesidad de mejorar el flujo de trabajo en el transporte de estos cargadores de placas nació LotTrack, un producto de Intellion que permite localizar los cargadores a nivel de planta con una alta precisión.

b) Tecnología empleada

En cuanto a tecnología, esta aplicación utiliza tres componentes clave:

- **DisTag:** Es un componente que se coloca en cada cargador para posibilitar que éste pueda ser localizado, con un margen de error de medio metro aproximadamente. Este componente lleva también un panel que permite que los operarios puedan interactuar con el dispositivo. También a modo de interacción con los operarios, este componente cuenta con una serie de LEDs que permiten conocer más información de la situación actual del dispositivo.
- **Antena:** La antena contiene todos los componentes necesarios para poder realizar la tarea de localización interior, y se coloca en el techo de la planta.
- El software que sirve como enlace entre las actividades de planta y el MES. Este software incorpora un panel de control en el que poder monitorizar tareas de transporte o de almacenamiento.

Esta aplicación funciona de la siguiente manera: La antena contiene un emisor de ultrasonidos, que cada cierto tiempo lanzan una señal de pulso. El DisTag del propio dispositivo recibe esa señal, calcula su tiempo de trayecto y almacena esta información. Después, esta información se envía de vuelta a la antena mediante tecnología RFID, y desde ahí al servidor central. Este calcula mediante un algoritmo la posición actual del dispositivo, con un margen de error de menos de medio metro, y con un margen de tiempo de 30 segundos.



Figura 17: Componentes LotTrack (Fuente: Intellion, 2016)

c) Beneficios obtenidos

- Permite conocer la posición del cargador de manera precisa, con un margen de error de menos de 50 centímetros.
- Reduce el número de errores en la tarea de transportar los cargadores de placas de manera manual.
- Sirve para mejorar el flujo de trabajo general en plantas donde se realiza el transporte manualmente.
- Mejora la eficiencia de los operadores, ya que se elimina la tarea de búsqueda.
- La pantalla contenida en el dispositivo permite conocer información importante como es la siguiente tarea programada.
- Puede reducirse el tiempo de ciclo y el WIP, ya que las listas de envíos son accesibles en todo momento por todos los operarios.
- El sistema detecta algunos errores de manipulación y puede alertar de manera inmediata al operador.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

La aplicación expuesta en este caso de estudio pertenece al sector manufacturero, más concretamente al grupo de fabricación de componentes electrónicos y circuitos impresos ensamblados.

Este sistema afecta sobre todo al departamento de producción de la empresa que lo utiliza ya que, tal y como se ha expuesto en el apartado de sus beneficios, este sistema permite reducir tiempos de ciclo y el WIP, corrige errores y, en líneas generales, permite mejorar la eficiencia de los operarios.



3.2.8 Sensores en Polibol (Libelium, 2016)

a) Descripción resumida del caso

Polibol es una empresa nacida en España que se encarga de la fabricación de envases y embalajes para empresas, siendo capaces de dar un alto grado de personalización para cada una de ellas.

Con plantas en Madrid y Zaragoza, esta empresa está en pleno crecimiento y cerró el año pasado el curso con mayores beneficios en su historia.

Una de las principales actividades de la empresa es, además de la fabricación de rollos impresos, la fabricación de envases, bolsas o empaquetados flexibles en general para productos como comida u otros con ciertos requerimientos de seguridad, como son los productos de higiene.

El sello de distinción de esta empresa sería su capacidad de cumplir con los requerimientos personalizados de cada cliente y hacer productos de gran calidad, lo cual le permite tener una importante cartera de clientes no solo en España sino también alrededor de todos los continentes.

En este caso práctico, la empresa Polibol decidió implementar una serie de sensores con los que garantizar la calidad de sus productos y la seguridad tanto de los productos como de las personas que trabajan en la planta. La empresa encargada de desarrollar esta aplicación fue Libelium que, con su mecanismo Plug&Sense, consiguió monitorizar procesos de gran importancia durante la fabricación de los productos, como son algunas variables del ambiente de trabajo u otros factores que puedan afectar a la calidad final del producto o a las condiciones de trabajo.

La empresa Polibol es capaz, gracias a la tecnología de sensores de Libelium, de monitorizar la temperatura ambiente de una zona en concreto en cada momento, sobre todo cerca de las impresoras y las tuberías.

También puede conocerse, entre otras variables, la intensidad lumínica que le llega al producto final o la concentración de CO2 existente cerca de la zona en la que trabajan los operarios.

b) Tecnología empleada

- En primer lugar, se utilizan sensores de temperatura para conocer la temperatura existente durante el proceso de secado. Previamente se aplica tinta sobre el rollo para darle el color o colores necesarios y es importante que esta se seque correctamente durante el proceso de secado ya que, de lo contrario, la siguiente etapa de impresión realizada sobre ese rollo lo manchará y estropeará completamente la producción.

También sirven para controlar la elasticidad de los productos de un determinado material, ya que esta se ve afectada por la temperatura, y una elasticidad inadecuada puede provocar que la tinta no se coloque de manera correcta sobre el rollo, estropeando también así la producción.

Además de esto, el factor de temperatura también es importante en el proceso de laminado de los rollos, ya que en este se superponen varias capas que forman el rollo final y, si la temperatura no es la adecuada, el laminado del producto puede verse afectado.

Por último, es clave controlar la temperatura de las máquinas utilizadas en los procesos de producción, ya que esto puede significar una considerable reducción de costes de mantenimiento, además de la lógica disminución de productos rechazados por una mala fabricación.

- En segundo lugar, se cuenta también con sensores de humedad. Estos son necesarios para controlar la flexibilidad de los productos fabricados con unos ciertos materiales. Además, la humedad puede afectar también a las propiedades de la tinta utilizada en el proceso de producción, afectando negativamente al producto final si las características de la tinta se ven agravadas por las condiciones de humedad.
- Se utilizan también sensores de luminosidad, no tanto para fines relacionados con la calidad física del producto final, sino más bien para mantener una intensidad lumínica. Con esto se consigue que el tono de los colores se vea siempre del mismo modo, sin que se vea afectado por la cantidad de luz que llega al producto.
- Otro tipo de sensores utilizados en esta aplicación son los de gases, concretamente los compuestos orgánicos volátiles (COV). Por lo expuesto en la legislación, debe controlarse cualquier disolvente retenido en la tinta o en el material del producto que pueda entrar en contacto con comida. Además, estos gases deben medirse también para controlar y reducir los niveles de contaminación vertidos a la atmósfera.
- Por último, en esta aplicación se utilizan también sensores de ruido con los que puede monitorizarse las condiciones de trabajo existentes en fábrica.

En la Figura 18 puede verse de manera muy gráfica las funciones que tienen los diferentes sensores en este caso práctico. Se observa que pueden servir para controlar y medir las condiciones de trabajo de los operarios, para lo que puede ser importante sensores de temperatura que monitoricen la temperatura ambiente en zonas de trabajo, los sensores de gases que pueden detectar una concentración más alta de lo normal en zonas en las que trabajan los operarios, y los sensores de ruido que detecten niveles de decibelios más altos de lo debido.

Otra de sus funciones es controlar los procesos industriales y, para este caso, tal y como se ha explicado previamente en las utilidades de los diferentes sensores, intervendrían los cuatro tipos de sensores utilizados en esta aplicación, es decir, los de temperatura, humedad, luminosidad y los sensores de gases.

En la función de controlar las emisiones al medio ambiente intervienen exclusivamente los sensores de gases, los cuales miden los compuestos orgánicos volátiles que se emiten en el proceso de fabricación.

Por último, se monitorizan también las condiciones de almacenamiento de los productos y, para este caso, pueden ser de utilidad sobre todo los sensores de temperatura y de humedad ya que estos factores pueden afectar negativamente a la calidad del producto final servido al cliente.

En el diagrama de la Figura 18 puede verse también la arquitectura seguida por esta aplicación, en la cual se transmite lo medido por todos y cada uno de los sensores vía comunicación Zigbee, aunque también puede comunicarse por medio de Wi-fi o Ethernet. Una vez recibidos los datos por el dispositivo Meshlium, estos se almacenan en la nube y pueden ser recogidos en cualquier momento, incluso a tiempo real, por el software que se utiliza para monitorizar los datos.

El software utilizado es Microsoft Azure, y el dispositivo Meshlium actualiza la información que llega a Microsoft Azure cada minuto. Se envía incluso los niveles de batería de cada dispositivo, por lo que puede conocerse si todos ellos están midiendo correctamente en cada momento.

Por último, debe remarcar que el uso de esta aplicación es inmediato una vez instalados los dispositivos en sus zonas de trabajo, gracias a que son Plug&Sense.

Los dispositivos utilizados son los mismos en todos los casos, aunque en algunas zonas se mida simplemente una variable y en otras zonas otra. Estos dispositivos son los Waspnote Plug&Sense!, y tienen internamente todos los sensores expuestos previamente, incluyendo un micrófono para medir sonido.

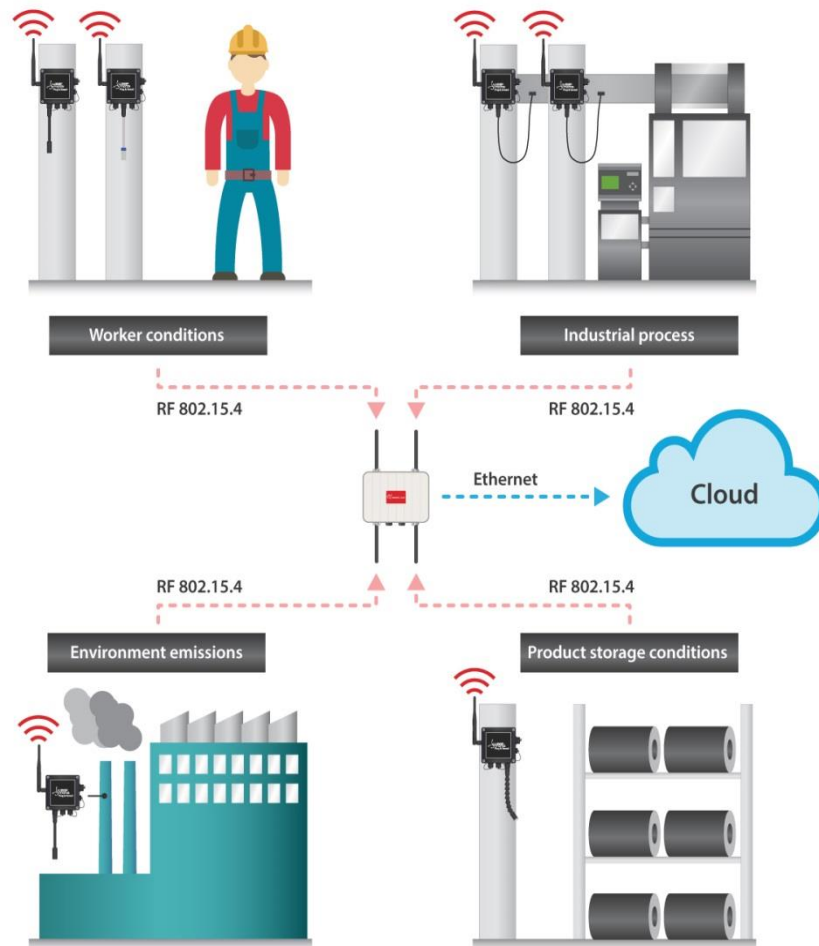


Figura 18: Funciones de los sensores en Polibol (Fuente: Libelium, 2016)

c) Beneficios obtenidos

- Monitorizar variables importantes para el proceso de producción.
- Conseguir una alta calidad en el producto.
- Reducir costes en el proceso de fabricación al minimizar en gran medida la cantidad de mermas.
- Reducir el mantenimiento de la maquinaria utilizada en fábrica.
- Controlar el nivel de emisiones emitidas.
- Asegurar unas buenas condiciones de trabajo en planta.
- Conocer el estado de temperatura, humedad, u otros factores incluso en tiempo real.
- Al utilizar los dispositivos Waspmote Plug&Sense, poder empezar a medir variables con tan solo instalarlos.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

La empresa Polibol, presente en esta aplicación, pertenece al sector manufacturero, y más concretamente pertenecería a la industria del papel, ya que fabrica envases y embalajes sobre todo de papel.

Dentro de los departamentos existentes en esta empresa, esta aplicación afectaría en especial a dos de ellas:

- En primer lugar al departamento de calidad, ya que se consigue una reducción de mermas en el proceso de fabricación, un producto de la mayor calidad posible en varios de los procesos de producción llevados a cabo, una minimización de mantenimientos, la posibilidad de medir las emisiones emitidas a la atmósfera, o unas condiciones de trabajo adecuadas para los operarios.
- Afecta también al departamento de producción, debido a que al poder medir algunas variables puede conocerse si las condiciones son adecuadas para llevar a cabo un cierto lote de fabricación o no. Además pueden medirse ciertas variables relacionadas con las condiciones de trabajo, lo cual garantiza que los operarios puedan trabajar en un entorno de trabajo lo más adecuado posible.



3.2.9 Smart Tracking de alimentos (Libelium, 2016)

a) Descripción resumida del caso

La Tahona Goyesca es una empresa que se encarga de la elaboración de productos de panadería y pasteles. Forma una cadena de suministro que contiene cuatro puntos diferentes de fabricación de productos, varias tiendas minoristas como puntos de venta y una flota de diez vehículos destinados al transporte de los productos.

En este caso práctico existe un factor que dificulta la adecuada calidad del producto una vez realizado su transporte desde fábrica a cualquiera de los puntos de venta, siendo este factor la temperatura. Los productos con mayor requerimiento de una temperatura adecuada son los de pastelería, y también los productos de panadería congelados.

Es por esto que Libelium participó en esta aplicación y, gracias a sus dispositivos Plug&Sense, puede conocerse en todo momento la temperatura exacta existente en el interior de cada camión de reparto y, siendo estos camiones refrigerados, actuar en consonancia a la temperatura medida con el objetivo de mantener las condiciones óptimas para la conservación de la calidad del producto.

Además, en esta aplicación puede conocerse también la posición de cada camión en un momento dado y la ruta que ha seguido dentro de un intervalo de tiempo seleccionado por el usuario.

Los datos sobre la temperatura de cada camión en un intervalo de tiempo o la ruta que ha seguido en ese intervalo pueden observarse de manera muy gráfica desde cualquier dispositivo. La Figura 19 muestra la ruta realizada por un camión en el intervalo de tiempo seleccionado por el usuario, y pueden verse también las coordenadas y la temperatura medida en cada punto que aparece en el mapa.

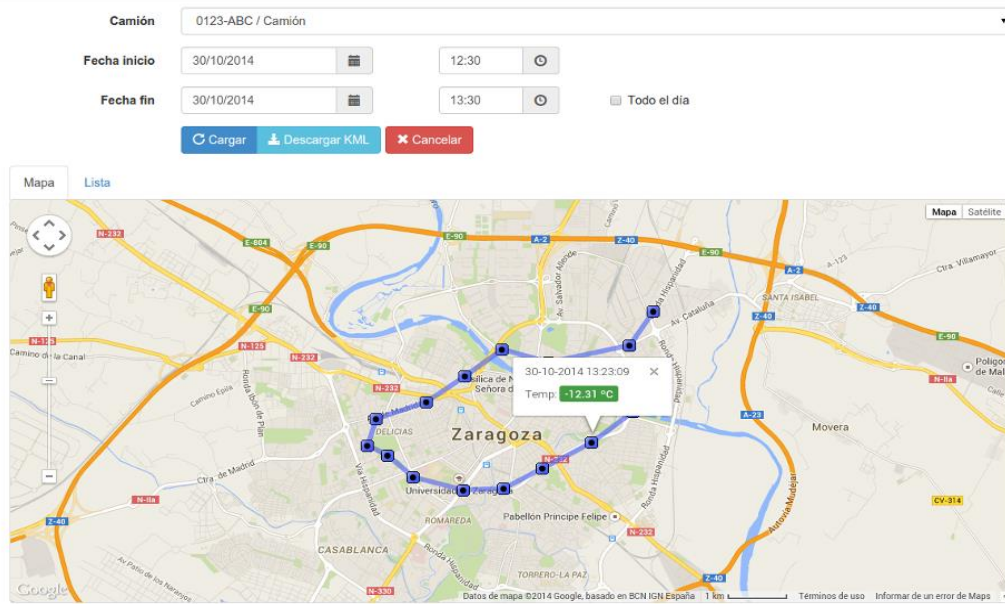


Figura 19: Ruta seguida por un camión (Fuente: Libelium, 2016)

Por otro lado, la Figura 20 muestra también los datos anteriores, pero esta vez en forma de tabla, pudiendo hacerse hincapié en la evolución de la temperatura en lugar de seguir la ruta realizada por el camión.

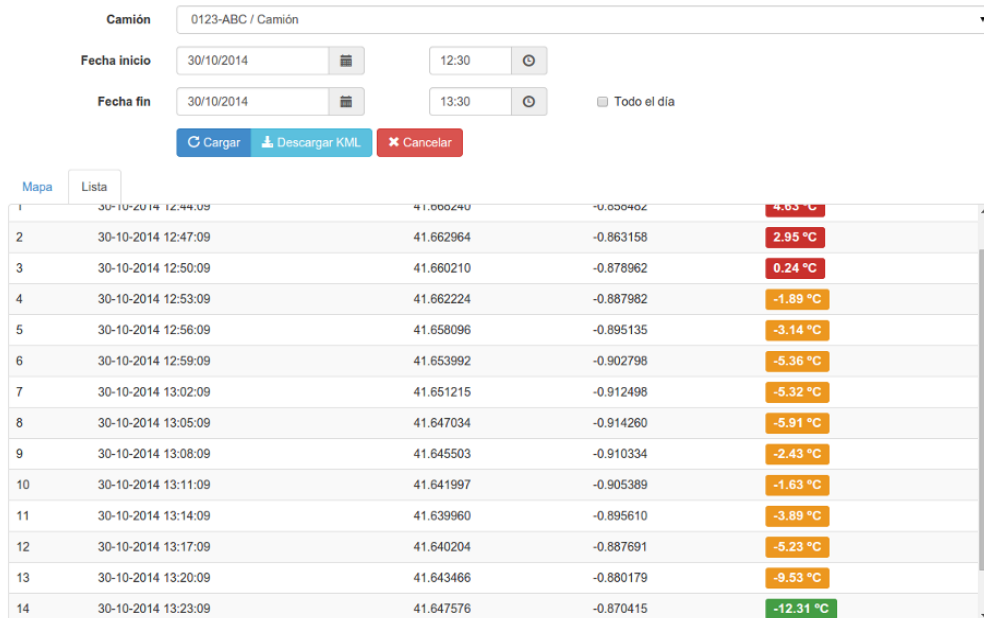


Figura 20: Tabla de temperaturas y coordenadas (Fuente: Libelium, 2016)

b) Tecnología empleada

Al igual que en el caso anterior, en esta aplicación se utiliza también el Wasmote Plug&Sense de Libelium, siendo colocado este dispositivo en cada vehículo de reparto.

En este caso, el dispositivo utiliza una serie de componentes que permiten el correcto funcionamiento para la aplicación. Tal y como se ve en la Figura 21, este nodo va acompañado por el sensor de temperatura, antenas GPS y 3G y un cargador de batería compatible con la toma del vehículo.



Figura 21: Componentes del dispositivo Wasmote Plug&Sense (Fuente: Libelium, 2016)

El nodo central Meshlium recoge la información de cada nodo Wasmote a través de una red 3G, y para conocer la posición de cada vehículo se transmite la información de la antena GPS integrada.

Para este proyecto se desarrolló también un software con el que poder observar de forma gráfica los datos recogidos entre dos periodos de tiempo elegidos, tal y como se ha visto en las figuras del punto anterior.

c) Beneficios obtenidos

- Conseguir una calidad óptima de los productos al llegar al punto de destino después de su transporte, dado que puede conocerse la temperatura del interior de los camiones en todo momento, y actuar sobre ella aumentándola o disminuyéndola dependiendo de las necesidades existentes en cada periodo de tiempo.
- Conocer la posición de cada camión en un momento dado.
- Realizar políticas de enrutamiento de vehículos al estudiar las rutas seguidas y los datos sobre temperatura de cada momento.
- Al utilizar los dispositivos Waspmote Plug&Sense, poder empezar a medir variables con tan solo instalarlos en el vehículo.
- Poca uso de batería, dado que el nodo Waspmote únicamente actúa cada tres minutos para actualizar los datos medidos y enviados al sistema. Además, el periodo de repartos en esta empresa es de unas 8 horas por lo que, fuera de ese periodo de tiempo, el nodo permanece totalmente inactivo.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Esta empresa pertenece al sector manufacturero, y concretamente pertenece al de fabricación de pan y de productos frescos de panadería y pastelería, aunque la aplicación en concreto desarrollada para esta empresa se centra más bien en el sector del transporte de mercancías por carretera.

Por otro lado, esta aplicación afecta sobre todo a los siguientes departamentos:

- Afecta en primer lugar al departamento de logística de la empresa, ya que pueden optimizarse los tiempos de las rutas de reparto gracias a poder estudiarlas en detalle desde el software.
- Otro factor que afecta tanto al departamento de logística como al departamento de calidad es que, al poder conocerse la temperatura existente en el interior del vehículo en cada momento, puede actuarse modificando la temperatura a fin de conseguir unas condiciones adecuadas para que los productos lleguen a sus destinos con una calidad óptima.



3.2.10 Telemonitorización de Intel y MimoCare (Intel, 2016)

a) Descripción resumida del caso

Intel ha desarrollado en sus instalaciones IoT Ignition Labs una tecnología mediante la cual las personas mayores pueden ser monitorizadas desde sus hogares, a fin de conseguir un mejor cuidado y controlar la salud de estas personas, permitiendo además que los ancianos puedan permanecer en su domicilio más tiempo en lugar de ir a una residencia de ancianos o depender de otras personas.

Esta aplicación surge gracias a la colaboración tanto de la empresa Intel como MimoCare, una empresa dedicada a comercializar sistemas con los que poder brindar asistencia a personas mayores.

Este sistema funciona monitorizando rutinas de las personas, de tal modo que detecte cambios en ella o comportamientos fuera de lo normal e informe de ellos enviando un SMS a la persona responsable del anciano.

Además muestra mediante gráficos la actividad de la persona anciana a lo largo del día o días, permitiendo esto poder detectar automáticamente la repetición de sucesos poco comunes que denoten la existencia de una posible enfermedad.

Otra función de este sistema es que avisa mediante mensajes de texto o avisos sonoros de algún dispositivo, como puede ser el móvil o el portátil, de tareas que la persona deba realizar en ese momento, por ejemplo indicando que es hora de tomar cierta pastilla.

Por otro lado, la relación fabricante-cliente no finaliza al instalar la aplicación, sino que el sistema almacena en el largo plazo los avisos por sucesos fuera de lo común y un grupo de personas se encargan de estudiar las tendencias y comportamiento para actuar en consonancia, es decir, modificando los servicios para que estos sean lo más completos y adecuados posibles en cada caso en particular.

b) Tecnología empleada

Esta aplicación utiliza sensores que miden una gran cantidad de variables existentes en el entorno de la persona dentro de su hogar.

Esto significa que no se monitoriza mediante cámaras que puedan invadir la intimidad de las personas, sino que se hace mediante sensores que miden las condiciones del entorno de las mismas.

Por ejemplo, estos sensores pueden medir el tiempo que está abierto el frigorífico, si la persona está o no en la cama a ciertas horas, si el televisor o ciertas luces están encendidas, puede detectar movimientos fuera de lo común en las escaleras, baño o dormitorio que indiquen que la persona puede haberse caído, la cantidad de veces que va al baño la persona, lo cual puede indicar la presencia de alguna posible enfermedad como infección de orina, y un largo etcétera de factores personalizables además para cada caso concreto dependiendo de las necesidades de cada individuo.

Cuenta también con un software que permite observar de manera gráfica e intuitiva los datos recogidos por los sensores, pudiendo así la persona responsable conocer el motivo que ha provocado la alerta.

En la Figura 22 puede observarse que el software se llama Cascade 3D, y permite conocer los datos recogidos gracias a tablas y gráficas que, como se puede observar, son muy sencillas de interpretar.

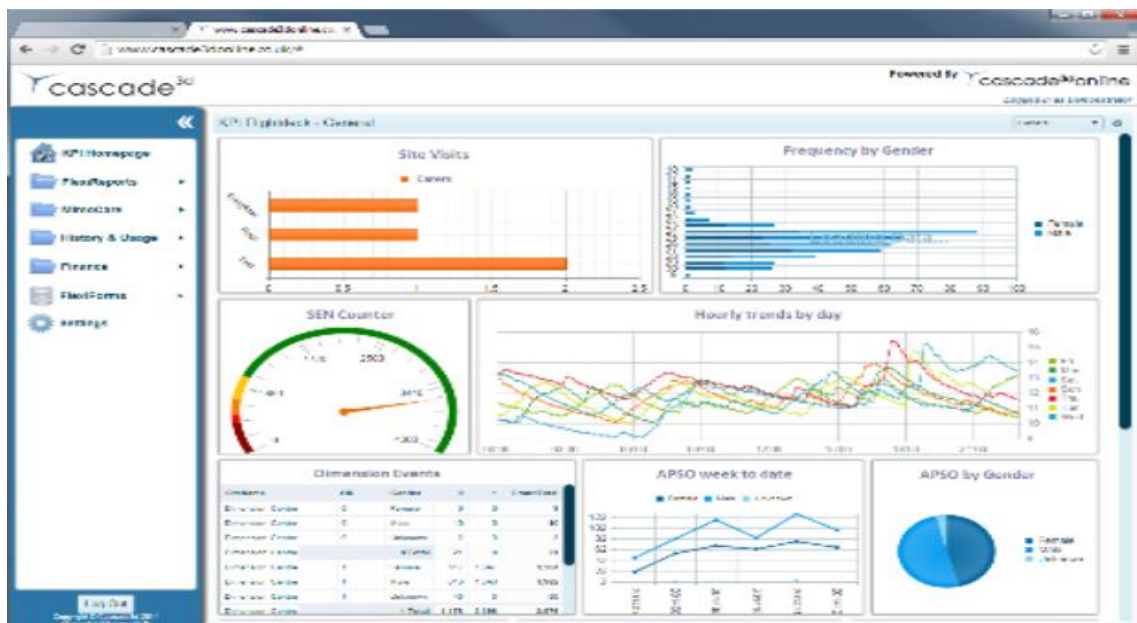


Figura 22: Gráficos con datos medidos por los sensores (Fuente: Intel, 2016)

Los datos se transmiten de los sensores a la nube y de ahí al software, almacenándose en la nube los datos que provocaron algún tipo de alerta. Posteriormente estos datos son recogidos por profesionales de la

nube para estudiarlos e intentar detectar qué necesidades puede tener de más o de menos una persona, pudiendo por tanto ajustar al máximo el servicio que presta la empresa a la persona anciana.

c) Beneficios obtenidos

- Conocer el estado de personas mayores que puedan tener algún problema en su hogar viviendo de manera independiente.
- Avisar a la persona responsable del anciano o anciana de manera automática mediante mensajes de texto una vez se produzca alguna alerta.
- Pronta detección de enfermedades gracias al estudio de los datos recogidos por los sensores.
- Personalización de los servicios prestados a largo plazo debido al estudio de los datos recogidos por los sensores, consiguiendo un servicio lo más adaptado posible a cada persona.
- Posibilidad de avisar tanto a la persona responsable como a la persona anciana de cuándo debe tomar ciertas pastillas (o cualquier otra rutina programada a ciertas horas del día) mediante un mensaje de texto o un sonido acústico que informe de dicha actividad.
- Por supuesto, el fin último de esta aplicación es conseguir que tanto la persona anciana como la persona o personas a su cargo puedan tener un alto grado de seguridad gracias a que el sistema informará correctamente cuando suceda algún imprevisto.

d) Sector al que pertenece y departamentos a los que afecta

Esta aplicación pertenece al sector de actividades sanitarias y servicios sociales, y más concretamente este caso práctico podría incluirse tal vez en el apartado de actividades de servicios sociales sin alojamiento para personas mayores.

4 Clasificación de Tecnologías

A lo largo de este apartado se **clasifican** algunas de las diferentes tecnologías utilizadas para el desarrollo de las smart factories, relacionándolas con los departamentos básicos de las empresas y con los diferentes sectores empresariales existentes.

Por lo tanto, el primer paso es seleccionar las **tecnologías** actualmente más importantes para este ámbito. Estas tecnologías son los sensores, la tecnología RFID, los beacons, las impresoras 3D, dispositivos de realidad aumentada y los sistemas GPS. Además de estas, se recoge también el apartado de “Otras”, dando opción de poder seleccionar algunas tecnologías más específicas para algunos sectores en concreto y, lógicamente, explicando después a qué tecnología se hace referencia y por qué.

Tras esto, deben seleccionarse los **departamentos** que pueden tener una mayor presencia a la hora de beneficiarse de las tecnologías anteriores. Se consideran los departamentos de Producción, Ventas, Logística, Calidad, Marketing e I+D.

Por último, los **sectores** presentes en este apartado son los 21 recogidos en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) del año 2009 (CNAE, 2009).

Por lo tanto, este apartado está dividido en **dos partes** diferenciadas. En la primera de ellas se relacionará, tal y como se observa en la Tabla 1, las tecnologías más importantes antes mencionadas, las cuales ocupan las columnas de la tabla, y los departamentos seleccionados previamente, que aparecen en las filas de la tabla. Se marcarán con una X las celdas donde exista relación entre los dos factores.

	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 3
Departamento 1				
Departamento 2				
Departamento 3				
....				

Tabla 1: Esqueleto de la tabla de relación tecnologías-departamentos

Hecho esto, se entrará más en detalle en cada una de las filas de esta tabla, justificando la existencia de una relación entre cada una de las tecnologías marcadas con un departamento en concreto, repitiendo esta operación para cada uno de los departamentos empresariales existentes. Esto puede verse de manera mucho más clara con la ayuda de la Figura 23.

	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 3
Departamento 1				
Departamento 2				
Departamento 3				
....				

Departamento 1	Tecnología 1	Justificación 1
	Tecnología 2	Justificación 2
	Tecnología 5	Justificación 5

Figura 23: Detalle de la relación de cada departamento con las tecnologías

La segunda parte de este apartado recogerá la relación entre las mismas tecnologías expuestas antes y los 21 sectores empresariales recogidos en el CNAE (CNAE, 2009), ocupando las tecnologías las columnas de la tabla y los sectores las filas, tal y como se muestra en la Tabla 2. De nuevo, se marcará con una X las celdas en las que exista relación entre ambos factores.

	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 3	...
Sector 1				
Sector 2				
Sector 3				
...				

Tabla 2: Esqueleto de la tabla de relación tecnologías-sectores

También en este caso se realizará el ejercicio anterior de alcanzar un mayor nivel de detalle, justificando la relación entre las tecnologías con cada uno de los sectores de actividad existentes, tal y como puede observarse en la Figura 24.

	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 3	...
Sector 1				
Sector 2				
Sector 3				
...				

Sector 1	Tecnología 1	Justificación 1
	Tecnología 2	Justificación 2
	Tecnología 5	Justificación 5

Figura 24: Detalle de la relación de cada sector con las tecnologías

Además, esta segunda parte incluirá también otra tabla en las que se analizarán más en detalle los sectores considerados como más importantes o en los que influyan un mayor número de tecnologías.

Con esta tabla se conseguirá llegar a un nivel de detalle mucho mayor, y concretar mucho más qué tecnologías de las seleccionadas afectan a qué sectores de los recogidos dentro de un mismo grupo de los veintiuno existentes

La tabla incluida en este punto se presentará como algo similar a la Tabla 3, en la que relacione las tecnologías empleadas con los subsectores contenidos en cada uno de estos sectores más importantes.

	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 3	...
Sector X Subsector 1				
Sector X Subsector 2				
Sector X Subsector 3				
...				

Tabla 3: Esqueleto de la tabla de relación tecnologías-subsectores sector X

Al igual que en los casos anteriores, se justificará la relación entre las tecnologías con cada uno de los subsectores a los que se haga referencia, tal y como puede verse en la Figura 25.

	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 3	...
Sector X Subsector 1				
Sector X Subsector 2				
Sector X Subsector 3				
...				

Subsector 1	Tecnología 1	Justificación 1
	Tecnología 2	Justificación 2
	Tecnología 5	Justificación 5

Figura 25: Detalle de la relación de cada subsector con las tecnologías

Para todos estos casos se recogerán las relaciones más lógicas, por lo tanto no quiere decir que si un departamento o sector concreto no tiene marcada la relación con una tecnología específica no exista ningún caso en el que puedan tener relación, sino que más bien lo que sucede es que esta relación no está demasiado extendida en el ámbito de la Industria 4.0 o no es la relación más lógica.

4.1 Relación entre tecnologías y departamentos

Tal y como se ha mencionado previamente, en este punto se van a clasificar las tecnologías con respecto a los posibles beneficios que pueda propiciar su uso en alguna aplicación para los diferentes departamentos de una empresa. En otras palabras, va a estudiarse la posible relación existente entre las tecnologías previamente mencionadas y los departamentos expuestos antes.

En la Tabla 4 puede observarse de manera resumida esta relación que a continuación se detallará:

	Sensores	Tecnología RFID	Beacons	Realidad Aumentada	Impresora 3D	Sistemas GPS	Otras
Departamento Producción	X	X	X	X	X		X
Departamento Ventas	X		X				X
Departamento Logística	X	X	X			X	X
Departamento Calidad	X	X		X			X
Departamento Marketing			X				
Departamento I+D				X	X		

Tabla 4: Relación Tecnologías - Departamentos

Tras esto, se van a exponer los motivos por los que estos departamentos pueden verse beneficiados por las tecnologías con las que se le ha relacionado:

Departamento de Producción	Sensores	Los sensores son de gran utilidad en líneas de montaje automatizadas en las que por ejemplo deba detectarse cuándo hay un componente en un cierto punto, o su temperatura,...
	Tecnología RFID	Las máquinas pueden leer la información de la etiqueta de cada producto para realizar las tareas adecuadas para cada caso, consiguiendo así un tamaño mínimo de lote.
	Beacons	Pueden ayudar por ejemplo haciendo que salten notificaciones importantes para los operarios dando información útil sobre un cierto proceso.
	Realidad Aumentada	Sirve para que el operario pueda saber cómo realizar exactamente una tarea de montaje.
	Impresora 3D	Con ellas pueden crearse piezas de manera mucho más sencilla, rápida y precisa, además de ocasionar menos mermas de materia prima. Se utiliza sobre todo para el prototipado de productos.
	Otras	Para la producción también puede ser interesante la utilización de visión artificial, mediante la cual una línea de producción automática puede decidir qué debe montar y donde en función de cómo esté el producto en ese momento.

Tabla 5: Relación Tecnologías - Departamento Producción

Departamento de Ventas	Sensores	Pueden medir el consumo del cliente, permitiendo conocer al proveedor cuándo reponer el producto, y consiguiendo mejor servicio y más ventas.
	Beacons	Pueden utilizarse en tiendas para que, cuando el cliente pase por determinadas zonas, se le envíe una notificación que contenga información de los productos más cercanos en ese momento.
	Otras	Es de gran utilidad la tecnología NFC, ya que pagar solo acercando el Smartphone a un dispositivo aporta facilidad y rapidez a este proceso.

Tabla 6: Relación Tecnologías - Departamento Ventas

Departamento de Logística	Sensores	Pueden servir para conocer y poder controlar en todo momento las condiciones internas de un vehículo que transporte mercancías con unos ciertos requerimientos de temperatura, humedad,....
	Tecnología RFID	Esta tecnología sirve para que los operarios puedan conocer toda la información necesaria del producto final a la hora de almacenarlo o enviarlo (ubicación, fecha de producción, número de envío,...).
	Beacons	Los operarios encargados de la logística pueden recibir en sus dispositivos móviles notificaciones cuando estén en una cierta zona, por ejemplo los pedidos que deben prepararse o información sobre los artículos almacenados en un lugar concreto.
	Sistemas GPS	Pueden utilizarse para conocer la ubicación exacta de los vehículos de transporte. Además, sirve para conocer las rutas seguidas y optimizarlas al máximo.
	Otras	En logística empieza a ser una tendencia el uso de drones para el transporte de productos, tanto a nivel interno de fábrica como para envíos a clientes que realicen pedidos.

Tabla 7: Relación Tecnologías - Departamento Logística

Departamento de Calidad	Sensores	Aseguran que se cumplan condiciones importantes para el proceso de producción. Además pueden ser de ayuda para el mantenimiento de maquinaria. También sirven para comprobar que el producto fabricado tiene, por ejemplo, un peso adecuado.
	Tecnología RFID	Al tener en una etiqueta la información de cómo debe ser el producto, puede compararse la correcta producción de un artículo.
	Realidad aumentada	Además de ayudar al departamento de producción, también es útil para el de departamento de calidad que se especifique a los operarios cómo realizar el montaje de un producto concreto.
	Otras	Para este departamento es muy importante el uso de la visión artificial, dado que esta tecnología permite que los productos puedan ser inspeccionados visualmente sin la necesidad de un operario que tenga que realizar dicha tarea.

Tabla 8: Relación Tecnologías - Departamento Calidad

Departamento de Marketing	Beacons	Pueden programarse ofertas y promociones que serán recibidas por usuarios que pasen cerca de una tienda por ejemplo.
----------------------------------	----------------	--

Tabla 9: Relación Tecnologías - Departamento Marketing

Departamento de I+D	Realidad Aumentada	Ayuda a poder observar de la manera más realista posible el resultado de una cierta modificación sobre un producto ya existente.
	Impresora 3D	Pueden generarse prototipos de manera más sencilla, rápida y económica.

Tabla 10: Relación Tecnologías - Departamento I+D

4.2 Relación entre tecnologías y sectores de actividad

En este apartado se define qué tecnologías afectan a cada sector empresarial. Para ello, se utilizan tablas con la que mostrar de manera muy gráfica y a simple vista estas relaciones existentes entre ambos factores.

Además, tras estudiarse esta relación, se continúa entrando más en detalle en los 3 sectores más importantes o con más influencia en cuanto a número de tecnologías que pueden utilizarse. Para ello, se realizará una tabla en la que se detallará la influencia de estas tecnologías en los diversos subsectores contenidos dentro de dicho sector empresarial.

Por tanto, en este apartado se va a ir de un menor a un mayor grado de detalle en lo que se refiere a las relaciones existentes entre las tecnologías seleccionadas como más importantes y los sectores empresariales existentes.

4.2.1 Relación Tecnologías – Sectores Principales

En primer lugar se estudia la relación entre las seis tecnologías seleccionadas y los sectores empresariales existentes. Este apartado abarca un gran volumen ya que recoge todos los sectores, pero el nivel de detalle es bajo, dado que no se llega a estudiar la influencia de las tecnologías en todos los subsectores o departamentos empresariales incluidos en cada sector.

Al igual que en el apartado 5.1, y tal y como puede observarse en la Tabla 11, el eje de las columnas de esta tabla está ocupado por las tecnologías seleccionadas al comenzar esta sección. Por otro lado, en este caso el eje de las filas pertenece a los diferentes sectores existentes. Por tanto, esta tabla se ajusta al esqueleto de la Tabla 2, presentada en puntos anteriores.

	Sensores	Tecnología RFID	Beacons	Realidad aumentada	Impresoras 3D	Sistemas GPS	Otras
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	X	X	X	X			X
Industrias extractivas	X			X			
Industria manufacturera	X	X	X	X	X		X
Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	X						
Suministro agua, act. saneamiento, gestión residuos y descontaminación	X						
Construcción	X			X	X		
Comercio por mayor y por menor; reparación vehículos de motor	X	X	X	X		X	X
Transporte y almacenamiento	X	X	X			X	X
Hostelería	X		X				X
Información y comunicaciones							

Actividades financieras y de seguros	X					X	
Act. inmobiliarias							
Act. profesionales, científicas y técnicas	X		X		X		
Act. administrativas y servicios auxiliares	X		X				X
Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria			X				
Educación	X		X	X	X		
Actividades sanitarias y de servicios sociales	X	X		X	X		
Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	X		X	X			X
Otros servicios	X	X		X			X
Actividades hogar	X			X			X
Actividades de organizaciones extraterritoriales							

Tabla 11: Relación Tecnologías - Sectores

Tras dejar reflejadas las relaciones entre las tecnologías y los sectores, a continuación se procede a, tal y como se hizo en el punto anterior, explicar los motivos que llevan a pensar por qué hay relación entre dos factores concretos. Para ello se explica, para cada sector, por qué sí que influyen ciertas tecnologías.

Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Sensores	Esta tecnología es de gran importancia en este sector, ya que se requieren condiciones ambientales muy concretas.
	Tecnología RFID	Puede utilizarse para almacenar información de importancia en etiquetas colocadas en cultivos, piscifactorías o en animales.
	Beacons	Tendría una utilidad similar al RFID, pero en este caso llegarían notificaciones a un dispositivo móvil al llegar cerca de la zona de interés.
	Realidad Aumentada	Puede utilizarse como herramienta que da indicaciones sobre cómo realizar exactamente ciertas tareas (recolectar, esquilarse, ordeñar...).
	Otras	Otra tecnología con mucha utilidad sobre todo en el ámbito de la agricultura es el uso de drones, mediante los cuales puede sobrevolarse a baja altura una zona con el objetivo de comprobar el estado de las lonas de los invernaderos.

Tabla 12: Relación Tecnologías - Sector "Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca"

Industrias extractivas	Sensores	En este sector es muy importante por ejemplo medir los niveles de concentración de gases en el proceso de extracción.
	Realidad Aumentada	Esta tecnología puede ser útil sobre todo para la extracción de minerales, ya que puede indicar cómo realizar ciertas tareas.

Tabla 13: Relación Tecnologías - Sector "Industrias extractivas"

Industria manufacturera	Sensores	Puede servir tanto para medir ciertas condiciones que puedan afectar al correcto proceso de producción (temperatura, luz, humedad...) como para detectar artículos en una línea de producción automatizada.
	Tecnología RFID	Almacena información útil que será leída bien por un operario o por una máquina (en el caso de líneas automatizadas)
	Beacons	Los operarios pueden recibir información de utilidad al aproximarse a ciertas zonas.
	Realidad Aumentada	Sirve para saber cómo realizar exactamente el montaje de productos.
	Impresora 3D	Puede ser útil para fabricar productos de manera más precisa y menos costosa, siendo clave para la etapa de prototipado de productos.
	Otras	Para comprobar el correcto acabado de los productos fabricados, una tecnología de mucha importancia en este sector es la visión artificial, ya que mediante esta tecnología puede discernirse automáticamente, y programando una serie de patrones a reconocer, entre los productos correctos y los que no lo son al salir de la línea de producción.

Tabla 14: Relación Tecnologías - Sector "Industria manufacturera"

Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	Sensores	Son de gran utilidad para medir los niveles de producción conseguidos en un cierto periodo, o por ejemplo el flujo de gas que pasa por una tubería en su distribución.
---	-----------------	--

Tabla 15: Relación Tecnologías - Sector "Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado"

Suministro agua, act. saneamiento, gestión residuos y descontaminación	Sensores	Pueden servir de ayuda para conocer la calidad del agua que está siendo depurada o tratada. También puede conocerse gracias a ellos la concentración de ciertos factores al realizar la recogida o tratamiento de residuos.
---	-----------------	---

Tabla 16: Relación Tecnologías - Sector "Suministro agua, act. saneamiento, gestión residuos y descontaminación"

Construcción	Sensores	Tienen cabida en el ámbito de las condiciones de trabajo, ya que pueden medir los niveles de ruido a los que están expuestos tanto operarios como viandantes, entre otros factores importantes.
	Tecnología RFID	Pueden ponerse etiquetas RFID a algunos materiales para almacenar más sobre ellos y que los operarios puedan saber, por ejemplo, dónde utilizarlos y los métodos de uso.
	Impresora 3D	Con ellas pueden imprimirse componentes complejos para prototipos con una calidad alta.
	Otras	Una tecnología que también puede tener utilidad en el sector es el uso de drones, ya que mediante estos puede estudiarse de manera rápida y precisa el estado de un terreno, o simplemente estudiar la vista en planta de una obra que esté realizándose, algo difícil de conseguir sin ayuda de esta tecnología.

Tabla 17: Relación Tecnologías - Sector "Construcción"

Comercio por mayor y por menor; reparación vehículos de motor	Sensores	El comercio de ciertos productos contenidos en este sector requiere de algunas especificaciones ambientales a lo largo del transporte y almacenamiento de las mercancías, por lo que es importante medir temperaturas, luminosidades....
	Tecnología RFID	Los embalajes de algunos productos pueden contener etiquetas con información útil sobre el contenido.
	Beacons	Son de utilidad para ofrecer a los clientes promociones o simplemente información extra a través de notificaciones a sus dispositivos móviles, al acercarse a una determinada zona.
	Realidad Aumentada	En el caso de mantenimientos o reparaciones de vehículos, la realidad aumentada sirve para conocer mejor cómo realizar ciertas operaciones.
	Sistemas GPS	Sirve para conocer la localización de artículos que han entrado o salido de las instalaciones.
	Otras	En este sector puede utilizarse la tecnología NFC, una tendencia en alza en los últimos tiempos, y mediante la cual pueden realizarse pagos simplemente acercando un Smartphone a un dispositivo.

Tabla 18: Relación Tecnologías - Sector "Comercio por mayor y por menor; reparación vehículos de motor"

Transporte y almacenamiento	Sensores	Tanto en transportes de personas como de mercancías es importante medir condiciones ambientales (temperatura, humedad, peso del vehículo...).
	Tecnología RFID	Es de gran utilidad, ya que permite que las personas encargadas de manipular una mercancía puedan conocer más información importante de la misma, como destinatario, origen, datos de la mercancía...
	Beacons	Los beacons pueden ser útiles sobre todo en el transporte de pasajeros, ya que éstos pueden recibir notificaciones al estar cerca de las terminales o paradas con información importante como tiempos, retrasos, etc.
	Sistemas GPS	Útil en la tarea de transporte, para que pueda conocerse la localización exacta del vehículo, y también para conocer las rutas seguidas y poder optimizarlas.
	Otras	Como ya se ha dicho en el punto anterior, una tendencia en auge es el uso de drones con fines relativos al transporte de mercancías. De momento solo algunas multinacionales empiezan a utilizar esta tecnología, y hay todavía muchas barreras para su uso, pero es posible que en el futuro sea cada vez más normal que se empleen drones con estos objetivos.

Tabla 19: Relación Tecnologías - Sector "Transporte y almacenamiento"

Hostelería	Sensores	<p>En el ámbito de la restauración es útil para que tanto empresa como proveedores puedan conocer y estudiar datos de consumos mediante por ejemplo sensores de flujo o de peso.</p> <p>En hoteles los usos de esta tecnología están más relacionados con automatizar parte de las instalaciones con, por ejemplo, sensores de presencia.</p>
	Beacons	<p>En puntos anteriores se vio que pueden servir para, por ejemplo, hacer el check-in de manera automática. También puede servir en puestos de comida, donde puedes obtener información extra o promociones.</p>
	Otras	<p>En este sector puede utilizarse la tecnología NFC para realizar pagos mediante el Smartphone del cliente, tanto en restaurantes como en hoteles.</p>

Tabla 20: Relación Tecnologías - Sector "Hostelería"

Actividades financieras y de seguros	Sensores	<p>Pueden introducirse en vehículos al contratar un tipo de seguro en el que se paga dependiendo del modo de conducción (pay-as-you-drive)</p>
	Sistemas GPS	<p>Al igual que los sensores, puede introducirse un emisor GPS en el vehículo para conocer los kilómetros recorridos en un periodo de tiempo (también se usa en los seguros pay-as-you-drive). La ventaja de esto es que puede conocerse tu ubicación para enviar asistencia en caso de siniestro.</p>

Tabla 21: Relación Tecnologías - Sector "Actividades financieras y de seguros"

Act. profesionales, científicas y técnicas	Sensores	Mediante los sensores puedes contabilizar el número de personas que pasa por un determinado lugar en un periodo de tiempo, siendo esto útil en algunos estudios de mercado, sobre todo a la hora de seleccionar la localización de una empresa.
	Beacons	Esta tecnología sería útil para el ámbito de la publicidad, ya que serviría como canal alternativo de comunicación con el posible cliente. En lugar de caros anuncios o paneles publicitarios podría colocarse en algunos puntos unos beacons que envíen notificaciones a las personas que pasen cerca del lugar.
	Impresora 3D	En el ámbito de la investigación y desarrollo experimental en biotecnología puede ser de mucha utilidad, ya que por medio de sustancias o materias en las cuales hay contenidos componentes biológicos pueden generarse por ejemplo tejidos con los que recrear incluso órganos.

Tabla 22: Relación Tecnologías - Sector "Act. profesionales, científicas y técnicas"

Act. administrativas y servicios auxiliares	Sensores	Para la automatización de ciertos servicios auxiliares, como actividades de jardinería, o más a nivel industrial actividades de envasado, pueden ser útiles sensores que midan la humedad, o simplemente la posición de un producto.
	Beacons	Pueden ser beneficiosos en empresas dedicadas al alquiler de bienes, ya que pueden enviarse notificaciones con información relevante automáticamente a los clientes, simplemente al acercarse a dichos bienes.
	Otras	Para empresas cuya función sea el alquiler de vehículos o bienes en general aporta cierto valor el uso de la tecnología NFC para que los clientes puedan pagar a través de su Smartphone.

Tabla 23: Relación Tecnologías - Sector "Act. administrativas y servicios auxiliares"

Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria	Beacons	<p>Pueden ser de utilidad para agilizar los tiempos. Una posible aplicación sería que, al llegar la persona a la administración, gracias a los beacons recibiera en su Smartphone una notificación con la que acceder a una web que le asignara un número de cola y le permitiera delimitar el motivo de su visita, para incluso ir cumplimentando ciertos formularios necesarios relativos a su problema.</p>
---	----------------	--

Tabla 24: Relación Tecnologías- Sector “Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria”

Educación	Sensores	<p>La utilidad de esta tecnología estaría en dotar de cierto grado de automatización a las instalaciones, con detectores de presencia para controlar luminarias, de temperatura para controlar el uso de aires acondicionados,....</p>
	Beacons	<p>Serviría sobre todo para educación postsecundaria (ya que previo a este grado no suele estar permitido el uso de smartphones), y serviría para, cuando un alumno se acercase a la puerta o entrase a un aula, unos beacons le hicieran llegar una notificación con información de los horarios de clases para ese aula.</p>
	Realidad aumentada	<p>Uno de los usos con más posibilidades e importancia de esta tecnología es en el ámbito académico, donde alumnos pueden obtener información adicional de imágenes al verlas desde por ejemplo una Tablet, o ver a través de ellas recreaciones 3D para estudiar algo más en detalle.</p>
	Impresoras 3D	<p>Los alumnos pueden aprender a utilizarlas en asignaturas más enfocadas a la ciencia y tecnología.</p>

Tabla 25: Relación Tecnologías- Sector “Educación”

Actividades sanitarias y de servicios sociales	Sensores	<p>Principalmente esta tecnología es útil para comprobar la salud del paciente, ya que pueden medirse factores corporales como temperatura, ritmo cardiaco, y un largo etcétera.</p> <p>Por otro lado, puede ser importante para comprobar el uso de ciertos elementos en una vivienda, de este modo pueden detectarse cambios en la rutina de personas mayores y detectar posibles emergencias.</p> <p>Por último, en este ámbito los sensores son de utilidad para automatizar las instalaciones de hospitales o centros residenciales.</p>
	Tecnología RFID	<p>Un posible uso que está estudiándose implantar en algunos hospitales es poder realizar el reconocimiento de pacientes por medio de etiquetas RFID. Por ejemplo pueden colocarse en las puertas de las habitaciones, de modo que los doctores puedan acceder a información importante como datos de pacientes, diagnósticos, progresos, rutinas, etc.</p>
	Realidad Aumentada	<p>La realidad aumentada puede tener usos de vital importancia en el campo de la salud, ayudando a los médicos a poder realizar ciertas funciones u operaciones sobre los pacientes, las cuales sin la ayuda de esta tecnología resultan algo más complicadas.</p> <p>También tiene importancia para niños o ancianos, dado que gracias a esta tecnología pueden fomentar ciertas habilidades.</p>
	Impresoras 3D	<p>Es de sobra conocido el uso de las impresoras 3D en el campo de la medicina, siendo este sector uno de los más importantes para el uso de esta tecnología.</p> <p>Pueden construirse prótesis, recrear huesos con exactitud, e incluso tejidos u órganos.</p>

Tabla 26: Relación Tecnologías - Sector "Actividades sanitarias y de servicios sociales"

Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	Sensores	<p>La función de esta tecnología dentro de este sector está sobre todo enfocada a la automatización de instalaciones.</p>
	Beacons	<p>Esta tecnología expone en este sector otra de sus principales funciones, la cual se basa en que, por ejemplo en museos, se envíen notificaciones de manera automática a las personas que se acercan a una obra, de manera que les dé más información sobre lo que están viendo. Esta tecnología es extrapolable a otros campos del sector del entretenimiento.</p>
	Realidad Aumentada	<p>Uno de los ámbitos con más posibilidades en el campo de la realidad aumentada es sin duda el sector del entretenimiento, donde puede ser útil en el desarrollo de nuevos deportes, o dando la posibilidad de crear escenarios en el ámbito de las artes escénicas.</p>
	Otras	<p>Una de las tecnologías extra que pueden servir para este sector es la tecnología NFC, mediante la cual los clientes puedan realizar pagos mediante su móvil.</p> <p>Por otro lado, los drones también pueden ser parte importante de este sector, sirviendo para poder observar el estado de instalaciones que tengan unas dimensiones relativamente elevadas, como jardines botánicos, instalaciones deportivas, zoológicos, etc., con el objetivo de conseguir encontrar desperfectos y solucionarlos, con una rapidez y precisión mayores que sin la ayuda de esta tecnología.</p>

Tabla 27: Relación Tecnologías- Sector “Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento”

Otros servicios	Sensores	Se utilizarían en líneas de producción destinadas a reparar productos, pudiendo tanto medir factores que puedan determinar el estado del producto como detectar la posición de un artículo con el fin de que una máquina actúe sobre él cuando este llegue a una zona.
	Tecnología RFID	En líneas de producción automatizadas, la etiqueta RFID colocada sobre el artículo a reparar contendría, entre otros datos importantes, información sobre el problema existente, y en función de dicha información las máquinas actuarían de uno u otro modo.
	Realidad Aumentada	En tareas de reparación manuales, la realidad aumentada puede ser de utilidad para conocer con más exactitud cómo realizar el proceso de reparación de un producto, recibiendo indicaciones a través del dispositivo.
	Otras	En este ámbito es importante también la visión artificial ya que, en líneas que realicen reparaciones a los productos de manera automatizada, sería de gran utilidad para discernir también de forma automatizada entre los artículos que son correctos y los que no, aunque en este caso solo se detectarían fallos en el producto a nivel visual.

Tabla 28: Relación Tecnologías - Sector "Otros servicios"

Actividades hogar	Sensores	<p>Dado que este sector incluye las actividades de jardinería en el hogar, una tecnología de mucha importancia son los sensores, ya que pueden medir la humedad, temperatura y otros factores, y actuar en concordancia a dichas condiciones para regar o no.</p> <p>También recoge el cuidado de los miembros de un hogar, por lo que la inclusión de sensores en ciertas zonas puede ayudar a monitorizar rutinas y detectar cambios que puedan significar alertas.</p>
	Realidad aumentada	<p>Otra actividad recogida en este sector es la de enseñar, incluyendo las actividades realizadas por profesores particulares, por lo que una posible tecnología que podría utilizarse en un tiempo es la realidad aumentada. Esta tecnología permite que, a través de Smartphones, Tablets o gafas de realidad aumentada puedan verse las imágenes del libro de texto en 3D para examinarlas con más detalle u obtener información adicional.</p>
	Otras	<p>Una tecnología útil en el ámbito del hogar son las aspiradoras inteligentes, mediante las cuales puede realizarse la tarea de limpiar el suelo mediante el uso de un robot que aprende rutas y vuelve a su base para recargar sus baterías después de un tiempo de uso. Mediante esta tecnología se puede programar y ordenar desde un Smartphone la limpieza de la casa.</p>

Tabla 29: Relación Tecnologías - Sector "Actividades hogar"

En algunos de los sectores no se ha visto una relación clara con las tecnologías seleccionadas. Tal y como se ha mencionado antes, esto no significa que no exista ninguna aplicación de Industria 4.0 para estos sectores, simplemente quiere decir que no son tan evidentes o su uso no está tan generalizado.

4.2.2 Relación Tecnologías – Subsectores

Tras analizar las tecnologías que pueden tener relación con los sectores industriales en el ámbito de la Industria 4.0, este apartado va más allá y especificar mucho más dónde son importantes las tecnologías.

A continuación, se va a proceder a seleccionar los dos sectores de más importancia o a los que les influyen un mayor número de tecnologías, relacionando tras esto las tecnologías del ámbito de la Industria 4.0 con los subsectores existentes dentro del sector.

Tal y como se ha mencionado previamente, el objetivo de este punto es poder concretar mejor las tecnologías que afectan a cada subsector recogido dentro de una misma industria, consiguiendo con ello conocer con un mayor nivel de detalle qué aplicaciones pueden desarrollarse o ser útiles dentro de un ámbito muy concreto.

La primera industria que se va a analizar por su importancia en general y por su relación con el campo de la Industria 4.0 es la industria manufacturera. Como pudo observarse previamente, existen muchas tecnologías utilizadas o que pueden ser utilizadas en aplicaciones para este sector por lo que, a fin de entrar más en detalle, en la Tabla 30 se relacionan dichas tecnologías con los subsectores incluidos dentro de la industria manufacturera y que se recogen en el CNAE (CNAE, 2009).

Como puede comprobarse, en esta tabla no se recogen todos los subsectores de la industria manufacturera. El motivo es que, dado el alto número de subsectores, se ha decidido escoger los siete más importantes y, en la medida de lo posible, diferenciados, para poder recoger el mayor número posible de tecnologías.

	Sensores	Tecnología RFID	Beacons	Realidad Aumentada	Impresoras 3D	Sistemas GPS	Visión artificial
Industria de la Alimentación	X	X	X				X
Fabricación de Bebidas	X		X				X
Industria del Papel	X	X	X	X			X
Industria Química	X		X				X
Fabricación de productos metálicos	X	X	X	X	X		X
Fabricación productos informáticos, electrónicos y ópticos	X	X	X	X	X		X
Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolq.	X	X	X	X	X		X

Tabla 30: Relación Tecnologías - Subsectores Industria Manufacturera

En primer lugar, destacar que la tecnología de los “Beacons” influye en todos los subsectores pero el motivo no es muy diferente al explicado al analizar las relaciones entre las tecnologías y la industria manufacturera, por lo que no se va a especificar una explicación para cada caso. Pese a que otras tecnologías sí que afectan a todos los subsectores, en esos casos sí que se explica la relación ya que existen matices que diferencian su uso en uno u otro sector.

A continuación se explican los motivos que han llevado a creer oportunas las relaciones entre tecnologías y subsectores.

Industria de la Alimentación	Sensores	Son importantes para la conservación en buen estado de algunos productos, y puede conseguirse con el uso de por ejemplo sensores que monitoricen la temperatura de salas que contienen un cierto tipo de alimento.
	Tecnología RFID	<p>Puede ayudar a conseguir tamaños de lote mínimos ya que cada máquina puede leer la información de la etiqueta de un producto y actuar de una manera determinada.</p> <p>En algunos campos de este subsector, así como en los otros subsectores donde no se incluye esta tecnología, esta no es de utilidad, ya que se requiere un proceso de limpieza entre una serie de fabricación y otra y, por tanto, no es necesario un tamaño de lote mínimo.</p>
	Visión artificial	La visión artificial puede ayudar a detectar alimentos en mal estado o productos acabados inadecuados.

Tabla 31: Relación Tecnologías - Subsector "Industria de la Alimentación"

Fabricación de Bebidas	Sensores	Algo muy importante para fabricar algunas bebidas es conocer los niveles de concentración de determinadas sustancias en el líquido, por lo que los sensores pueden ayudar a medirlas y que un sistema actúe automáticamente añadiendo más sustancia o cortando el suministro.
	Visión artificial	En este caso, la visión artificial puede ser de utilidad detectando posibles motas o sustancias que floten por el líquido y puedan resultar desagradables a la vista del cliente o incluso perjudiciales para la salud.

Tabla 32: Relación Tecnologías – Subsector "Fabricación de Bebidas"

Industria del Papel	Sensores	Para realizar impresos sobre papel se necesitan unas condiciones determinadas, por lo que pueden utilizarse sensores de temperatura, humedad... para monitorizar y controlar dichas condiciones.
	Tecnología RFID	Puede utilizarse para la fabricación de envases de papel o cartón, ya que la máquina leerá la etiqueta del producto y realizará un acabado u otro.
	Realidad Aumentada	Para tanto realizar cortes de un determinado modo o simplemente para comprobar que dicho corte es correcto pueden utilizarse dispositivos que ayuden visualmente a comprobarlo.
	Visión artificial	Sirve también para comprobar que un corte es correcto, o que el tono del papel es adecuado, o el acabado de un cierto producto es el requerido.

Tabla 33: Relación Tecnologías - Subsector "Industria del Papel"

Industria Química	Sensores	La inclusión de este subsector en este punto es debida sobre todo a la importancia del uso de los sensores en él, dado que es muy importante medir los niveles de concentración de ciertos gases o sustancias que pueden ser nocivas para la salud tanto de los operarios como de los clientes. También es importante conocer las condiciones ambientales que rodean a algunos productos, ya que por ejemplo la temperatura puede ser un factor peligroso en explosivos, pesticidas,....
	Visión Artificial	Esta tecnología puede ayudar a comprobar que el tono de pinturas o barnices sea el adecuado. También puede utilizarse para comprobar que otros productos acabados son correctos, por ejemplo la forma de los envases o la colocación de etiquetas.

Tabla 34: Relación Tecnologías - Subsector "Industria Química"

Fabricación de productos metálicos	Sensores	Puede servir, entre otras cosas, para monitorizar la temperatura y lograr la más adecuada para la fusión del metal o para su posterior secado.
	Tecnología RFID	Las máquinas que realizan cortes en el metal o le dan una cierta forma pueden leer una etiqueta colocada en el producto a fin de actuar de una determinada forma para cada caso.
	Realidad Aumentada	Es de gran utilidad para los operarios en el proceso de montaje de algunas piezas.
	Impresoras 3D	Pueden fabricarse piezas de gran tamaño en ellas utilizando virutas de metal, consiguiendo con esto mayor rapidez y precisión.
	Visión Artificial	Con esta tecnología puede comprobarse el correcto acabado de los productos.

Tabla 35: Relación Tecnologías - Subsector "Fabricación de productos metálicos"

Fabricación productos informáticos, electrónicos y ópticos	Sensores	Puede monitorizarse por ejemplo la temperatura en el proceso de soldadura de componentes.
	Tecnología RFID	En los circuitos electrónicos pueden incluirse etiquetas RFID, de modo que las máquinas las lean y realicen el montaje de los componentes oportunos de forma automática.
	Realidad Aumentada	Puede utilizarse para conocer cómo realizar el montaje de ciertos productos.
	Impresoras 3D	Sirven para fabricar piezas con cierta complejidad como por ejemplo los engranajes de un reloj.
	Visión Artificial	Además de comprobar el correcto montaje de los productos, puede utilizarse la visión de rayos X en el campo de los circuitos electrónicos para comprobar la correcta soldadura de los componentes.

Tabla 36: Relación Tecnologías - Subsector "Fabricación productos informáticos, electrónicos y ópticos"

Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolq.	Sensores	Pueden utilizarse para monitorizar el funcionamiento de motores, neumáticos, frenos, etc. con el fin de comprobar el correcto estado de los mismos.
	Tecnología RFID	Dado que los vehículos pueden ser personalizados por los clientes en color, acabados, prestaciones, motor y un largo etcétera de variedades, pueden colocarse etiquetas RFID para que las máquinas sepan qué piezas montar, si deben montarse o no, el color del que debe pintarse....
	Realidad Aumentada	En I+D puede ser útil para conocer el impacto visual de introducir ciertos cambios a un vehículo. También en producción es importante para que los operarios sepan exactamente cómo y dónde montar ciertas piezas.
	Impresoras 3D	Como ya se vio en los casos de estudio, a partir de virutas de metal, fibra de carbono u otros materiales puede fabricarse piezas de alta complejidad de manera rápida y eficaz, además de ahorrar mermas en el proceso.
	Visión Artificial	Para comprobar el perfecto acabado de los vehículos puede utilizarse la visión artificial, de modo que compruebe que no exista desperfecto alguno en la carrocería o en su interior.

Tabla 37: Relación Tecnologías - Subsector "Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques"

La otra industria analizada con más detalle es, pese a no ser la que tiene un mayor número de relaciones con las tecnologías seleccionadas, la industria de las Actividades Sanitarias y de Servicios sociales. Se ha decidido seleccionar este sector en lugar de otro con más tecnologías influyentes por la importancia del mismo y el gran abanico de posibilidades que puede tener en el campo de la Industria 4.0.

A continuación se exponen, a través de la Tabla 38, las relaciones entre las tecnologías y los diferentes subsectores recogidos dentro de la industria de la salud:

	Sensores	Tecnología RFID	Beacons	Realidad Aumentada	Impresoras 3D	Sistemas GPS	Otras
Actividades Sanitarias	X	X		X	X		
Asistencia en establecimientos residenciales	X	X		X			
Asistencia de servicios sociales sin alojamiento	X	X		X			

Tabla 38: Relación Tecnologías - Subsectores Industria Salud

Al igual que en tablas anteriores, a continuación se proceden a explicar los motivos por los que se piensa que estas tecnologías pueden ser las más influyentes para estos ámbitos.

Actividades Sanitarias	Sensores	Son de vital importancia para monitorizar las condiciones de salud de los pacientes, como ritmo cardiaco, presión sanguínea o temperatura. Además hay posibilidad de comunicar los datos recogidos a la nube para que sean recogidos por el doctor, permitiendo esto poder monitorizar al paciente de manera remota.
	Tecnología RFID	Pueden colocarse etiquetas en las camas de los pacientes para que los enfermeros o doctores puedan conocer los diagnósticos, evoluciones, mediación, alergias y otros datos de interés a la hora de interactuar con los pacientes.
	Realidad Aumentada	Es útil para los doctores por ejemplo al realizar operaciones o interactuar con los pacientes en general, ya que mediante unas gafas de realidad aumentada pueden conocerse más datos importantes o cómo actuar.
	Impresoras 3D	Sirve para fabricar prótesis, huesos o hasta órganos o tejidos.

Tabla 39: Relación Tecnologías - Subsector "Actividades Sanitarias"

Asistencia en establecimientos residenciales	Sensores	Además de para monitorizar las condiciones de salud de las personas, sirven para facilitar tareas a personas mayores o impedidas, ayudando a abrir puertas, encender o apagar luces, etc.
	Tecnología RFID	Al igual que en hospitales, sirve para que las personas al cargo de ancianos o personas impedidas puedan conocer sus estados actuales para actuar de manera correcta.
	Realidad Aumentada	En este campo, una posible aplicación más interesante con esta tecnología es la de crear actividades que ayuden a mejorar la memoria u otras competencias de los pacientes.

Tabla 40: Relación Tecnologías - Subsector "Asistencia en establecimientos residenciales"

Asistencia de servicios sociales sin alojamiento	Sensores	Una aplicación de interés en este campo es el cuidado de ancianos desde sus casas, colocando sensores que monitoricen sus rutinas y detecten cambios que puedan hacer sospechar de una posible alerta, avisando a la persona al cargo.
	Tecnología RFID	Se colocarían etiquetas en las personas en forma de pulsera o alguna prenda de ropa para estar al corriente de posibles cuidados especiales.
	Realidad Aumentada	Al igual que en el campo anterior, serviría para crear actividades que fomentasen el uso de la mente para adquirir o conservar ciertas competencias. También podría utilizarse como método de entretenimiento o educativo, sobre todo para el cuidado de niños.

Tabla 41: Relación Tecnologías - Subsector "Asistencia de servicios sociales sin alojamiento"

5 Conclusiones

A lo largo de este trabajo se ha visto, introduciendo primero una serie de **conceptos básicos**, las **características principales** de la Industria 4.0, desde su definición hasta puntos mucho más concretos como la seguridad en ese entorno.

También ha sido parte muy importante del trabajo la exposición de una serie de **casos prácticos** reales relativos al campo de la Industria 4.0, buscando abarcar el mayor número de sectores y departamentos posibles.

De este punto se puede concluir que, aunque es un campo todavía **no demasiado explorado** ya que el número de resultados obtenidos no es muy alto y hay temas concretos con muy poca documentación, este tema cada vez está generando un **mayor interés** y tanto el número de documentos científicos como el número de casos de estudio reales es mayor en los últimos meses o años.

El último punto presentado ha sido el que **clasifica** las tecnologías más importantes o comunes en el ámbito de la Industria 4.0, organizándolas según los sectores de actividad existentes y algunos de los departamentos presentes en una empresa.

Se pueden extraer varias conclusiones de este apartado:

- En el caso de los sectores de actividad, las tecnologías más importantes son los sensores, los cuales están muy presentes en casi todos ellos dada su versatilidad, los beacons, una tecnología con grandes posibilidades en empresas, y por último la realidad aumentada, una tecnología novedosa que sin duda irá ganando en importancia dentro de empresas.
- Desde una perspectiva departamental, las tecnologías más importantes son los sensores, utilizados en los departamentos de producción, ventas, logística y calidad, y los beacons, utilizados en los departamentos de producción, ventas, logística y marketing.
- Los departamentos donde se pueden utilizar un mayor número de tecnologías diferentes son los de producción, logística y calidad, por ese orden.
- Además, el punto anterior está muy ligado a los sectores que utilizan un mayor número de tecnologías, los cuales son el sector manufacturero y el sector del transporte y almacenamiento. Se puede ver que el departamento de producción está muy ligado a empresas incluidas dentro del sector manufacturero, y el departamento de logística es de gran importancia en empresas del sector del transporte y almacenamiento.

- Entre las tecnologías seleccionadas, una muy importante es la catalogada como “otras”, y que incluye sobre todo tres tecnologías con muchas posibilidades dentro del ámbito de la Industria 4.0.

Estas son:

- Los drones: Pueden ser de gran ayuda para el transporte de materiales o para visualizar zonas desde una perspectiva de difícil acceso sin su ayuda.
- La visión artificial: Dentro del ámbito industrial, es de gran utilidad sobre todo a la hora de revisar el correcto acabado de los productos fabricados.
- La tecnología NFC: Como se ha visto en su definición en apartados anteriores, puede servir para la identificación de personas a través de un Smartphone o en mayor medida para realizar pagos de manera rápida.

En cuanto a **futuras investigaciones**, tal vez debería hacerse más hincapié en **temas concretos** como por ejemplo la seguridad dentro de un ecosistema de Industria 4.0, en el que el flujo de datos es constante y muy grande.

Sería interesante también poder **cuantificar los beneficios** que puede aportar el hecho de implementar un entorno inteligente dentro de una fábrica, comparando variables como productividad, ahorro de costes, mermas o eficiencia energética antes y después de la implementación de un sistema acorde a la Industria 4.0.

Siguiendo la misma línea de este trabajo, sería interesante ampliarlo añadiendo **más tecnologías** novedosas, con proyección o simplemente que puedan ser importantes en el ámbito de la Industria 4.0.

Con todo esto presente, se ha podido conseguir el **objetivo** marcado al principio del proyecto, es decir, revisar e identificar las tecnologías más importantes en el ámbito de la Industria 4.0 y que, por tanto, pueden ser de utilidad para departamentos y sectores y cuáles no.

Se consigue plasmar también de forma clara la **utilidad** de este proyecto, introducida al principio del mismo y motivo por el cual se pensó que este proyecto puede aportar algo. Esta utilidad es conseguir una herramienta para que las empresas que quieran conocer cómo pueden utilizar el concepto de Industria 4.0 y, concretamente, qué tecnologías pueden ser de mayor utilidad para ellas dependiendo del sector al que pertenezcan y de los departamentos que deseen mejorar.

Referencias

- Actuador. (2016). *Es.wikipedia.org*. Último acceso 1 Mayo 2016, desde <https://es.wikipedia.org/wiki/Actuador>
- AUDI, Ingolstadt, Germany - Automotive industry - References - Company - ART Advanced Realtime Tracking. Ar-tracking.com. Último acceso 25 Enero 2016, desde <http://www.ar-tracking.com/company/references/automotive-industry/audi-ingolstadt-germany/>
- Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S., & Vocke, C. (2015). Transforming to a Hyper-connected Society and Economy—Towards an “Industry 4.0”. *Procedia Manufacturing*, 3, 417-424.
- Blanchet, M., Rinn, T., Von Thaden, G., & De Thieulloy, G. (2014). Industry 4.0: The new industrial revolution- How Europe will succeed. Roland Berger Strategy Consultants GmbH. München. Último acceso 14 Abril 2016, desde http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_2014_0403.pdf.
- Boden, R. (2014). UK retailers install hi-tech mannequins that let customers buy what they see in the window NFC World+. Último acceso 5 Marzo 2016, desde <http://www.nfcworld.com/2014/08/21/330952/uk-retailers-install-hi-tech-mannequins-let-customers-buy-see-window/>
- Carriots - Internet of Things Platform | proyectos interesantes | caudalimetro. Carriots.com. Último acceso 27 Febrero 2016, desde https://www.carriots.com/proyectos_interesantes/caudalimetro
- Case Study: Intelligent Lot Tracking. (2015). Ignite. Último acceso 12 Marzo 2016, desde <http://enterprise-iot.org/book/enterprise-iot/part-i/manufacturing/case-study-smart-lot-tracking/>
- Case Study: Smart Factory. (2015). Ignite. Último acceso 25 Febrero 2016, desde <http://enterprise-iot.org/book/enterprise-iot/part-i/manufacturing/case-study-smart-factory/>
- Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS quarterly*, 36(4), 1165-1188.
- CNAE 2009. (2009). *Cnae.com.es*. Último acceso 5 Mayo 2016, desde <http://www.cnae.com.es/>
- Cold Chain Monitoring and Smart Tracking in Zaragoza | Libelium. (2015). Libelium.com. Último acceso 26 Marzo 2016, desde <http://www.libelium.com/cold-chain-monitoring-smart-tracking-zaragoza/>
- Cómo la tecnología Intel puede reescribir el futuro de los mayores. Intel. Último acceso 2 Abril 2016, desde <http://www.intel.es/content/www/es/es/internet-of-things/how-intel-technology-could-rewrite-the-future-for-the-elderly.html?cache=true1>

- Corominas, C. (2015). *Internet industrial de las cosas podría generar 91.000 millones de euros en España en 2030* - MIT Technology Review. *Technologyreview.es*. Último acceso 27 Febrero 2016, desde <https://www.technologyreview.es/internet/48260/internet-industrial-de-las-cosas-podria-generar/>
- ¿Cuáles son las principales diferencias entre el Código de Barras y RFID? - *telectronica*. (2016). *telectronica*. R Último acceso 2 Mayo 2016, desde <http://telectronica.com/cuales-son-las-principales-diferencias-entre-el-codigo-de-barras-y-rfid/>
- Erol, S., Schumacher, A., & Sihn, W. Strategic guidance towards Industry 4.0—a three-stage process model. In International Conference on Competitive Manufacturing.
- Grunewald, S. (2015). Check Out this 3D Printed 1:2 Scale Replica Historical Racecar made by Audi Toolmaking. 3DPrint.com. Último acceso 25 Enero 2016, desde <http://3dprint.com/104280/3d-print-audi-racecar-replica/>
- Guest, S. SPG | Starwood Preferred Guest. Spgpromos.com. Último acceso 1 Marzo 2016, desde https://www.spgpromos.com/keyless/?language=en_US&IM=MobileApp_App15_DEF
- Herčko, J., Slamková, E. & Hnát, J. (2015). INDUSTRY 4.0 – New era of manufacturing. In InvEnt 2015.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review. Technische Universität Dortmund, Dortmund.
- Iconeme.com. Último acceso 5 Marzo 2016, desde <http://www.iconeme.com/>
- Industria 4.0 - lappespana.lappgroup.com. Lappespana.lappgroup.com. Último acceso 25 Febrero 2016, desde <http://lappespana.lappgroup.com/industria-40.html>
- Intellion - RFID Anwendungen & Lösungen. Intellion.com. Último acceso 12 Marzo 2016, desde <http://www.intellion.com>
- Kopetz, H. (2011). Internet of Things. Real-Time Systems Series, 307-323.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.
- Lohr, S. (2012). The Age of Big Data. *The New York Times*. Extraído de http://www.nytimes.com/2012/02/12/sunday-review/big-datas-impact-in-the-world.html?_r=0
- Mallik, N. (2014). How Hotels can use Beacons to Enhance Guest Experiences. *Blog.beaconstac.com*. Último acceso 1 Marzo 2016, desde <http://blog.beaconstac.com/2014/07/how-hotels-can-use-beacons-to-enhance-guest-experiences/>

- MimoCare Case Study. (2015). Intel. Último acceso 2 Abril 2016, desde <http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/case-studies/intel-intelligent-gateway-minocare-study.pdf>
- Penalva, J. (2011). *NFC: qué es y para qué sirve*. Xataka.com. Último acceso 2 Mayo 2016, desde <http://www.xataka.com/moviles/nfc-que-es-y-para-que-sirve>
- Poulter, S. (2014). Mannequin that tells you what it's wearing: Dummies that talk to shoppers via their smartphones set to be switched on today. *Daily Mail*. Último acceso 6 Marzo 2016, desde <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2722399/Mannequin-tells-s-wearing-Dummies-talk-shoppers-smartphones-set-switched-today.html>
- Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., & Madsen, E. (2014). The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. *Procedia Engineering*, 69, 1184-1190. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.108>
- RFID*. (2016). *Es.wikipedia.org*. Último acceso 2 Mayo 2016, desde <https://es.wikipedia.org/wiki/RFID>
- Riahi, A., Challal, Y., Natalizio, E., Chtourou, Z., & Bouabdallah, A. (2013). A systemic approach for IoT security. In *Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS)*, 2013 IEEE International Conference, 351-355. IEEE.
- Sensor*. (2016). *Es.wikipedia.org*. Último acceso 1 Mayo 2016, desde <https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>
- Shrouf, F., Ordieres, J., & Miragliotta, G. (2014). Smart factories in industry 4.0: a review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of things paradigm. In *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2014 IEEE International Conference on (pp. 697-701). IEEE.
- S.L., V. *POLIBOL - TALENTO ACTIVO*. *Polibol.es*. Último acceso 22 Marzo 2016, desde <http://www.polibol.es/es/index.htm>
- Smart Faction. (2016). Audi.com. Último acceso 23 Abril 2016, desde http://www.audi.com/com/brand/en/vorsprung_durch_technik/content/2015/08/smart-faction.html
- Smart Factory: Reducing Maintenance Costs and Ensuring Quality in the Manufacturing Process | Libelium. (2015). Libelium.com. Último acceso 22 Marzo 2016, desde <http://www.libelium.com/smart-factory-reducing-maintenance-costs-ensuring-quality-manufacturing-process/>
- SmartFactoryKL. Smartfactory.de. Último acceso 25 Febrero 2016, desde <http://www.smartfactory.de/>

Todo acerca de los "Beacons": usos y posibilidades que ofrecen. (2014). *Hipertextual*. Último acceso 1 Mayo 2016, desde <http://hipertextual.com/archivo/2014/10/todo-acerca-beacons/>

Weber, R. H., & Weber, R. (2010). *Internet of things: legal perspectives* (Vol. 49). Springer Science & Business Media.