



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, ENERGÍA  
Y TURISMO

**EOI** Escuela de  
organización  
industrial

# las tecnologías **IoT** dentro de la **industria** **conectada 4.0**



[www.eoi.es](http://www.eoi.es)

**EOI** 60  
aniversario

# CRÉDITOS

## DIRECCIÓN DEL PROYECTO

José Ramón Álvarez Redondo  
*Decano EOI*

Eduardo Lizarralde  
*Vicedecano EOI*

Juan Jiménez Morillas  
*Responsable de proyectos de investigación,  
Decanato*

Área de Investigación  
Escuela de Organización Industrial

Libro digital en:  
<http://a.eoi.es/industria4>  
Enlace directo en:



## AUTORES

Mario Cruz Vega  
*Director del informe*

Pablo Oliete Vivas  
*Coordinador del informe*

Christian Morales Ríos  
*Responsable del equipo de investigación*

Carlos González Luis  
*Equipo de investigación*

Bruno Cendón Martín  
*Equipo de investigación*

Alberto Hernández Seco  
*Equipo de investigación*



© Fundación EOI, 2015  
[www.eoi.es](http://www.eoi.es)

Madrid, 2015

Esta publicación ha contado con la cofinanciación del Fondo Social Europeo a través del Programa Operativo Plurirregional de Adaptabilidad y Empleo 2007-2013.

EOI no se responsabiliza de los contenidos, informaciones aportadas u opiniones vertidas por los participantes en el libro, que son responsabilidad exclusiva de los autores.



“Cuidamos el papel que utilizamos para imprimir este libro”

Fibras procedentes de bosques sostenibles certificados por el Forest Stewardship Council (FSC).



Esta publicación está bajo licencia *Creative Commons Reconocimiento, No comercial, Compartirigual*, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>  5  </b>
---------------------------	--------------

## Capítulo 1

<b>EL INTERNET DE LAS COSAS COMO TECNOLOGÍA DISRUPTIVA EN LA INDUSTRIA 4.0</b> .....	<b>  9  </b>
--	--------------

1. El nuevo paradigma de la Industria 4.0 .....	10
2. ¿Qué es el Internet de las Cosas? .....	11
3. Arquitectura y conceptos básicos del IoT .....	13
4. El proceso de creación de soluciones IoT .....	17
5. Ventajas esperables .....	25
6. Casos de uso habituales.....	27
7. El mercado del Internet de las Cosas en España .....	30
8. Principales experiencias europeas de ámbito TIC y su aplicación al IoT.....	44
9. Transposición de las tendencias del IoT en el mundo al mercado español.....	47
10. El IoT como palanca de generación de empleo en España. ....	48

## Capítulo 2

<b>INDUSTRIA 4.0, LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS IOT EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL</b> .....	<b>  51  </b>
--	---------------

1. Qué espera la Industria 4.0 del sector industrial de Tecnologías IoT .....	53
2. Estado actual de implantación de Tecnologías IoT en la Industria española .....	54
3. El IoT como generador de una nueva industria en España .....	57
4. Barreras y palancas para las empresas del nuevo paradigma tecnológico en España .....	69
5. La Industria 4.0 en España .....	73

## Capítulo 3

<b>EL PAPEL QUE JUEGA EL IOT EN UN MERCADO GLOBAL</b> .....	<b>  83  </b>
---	---------------

1. Qué papel desempeña la Comisión Europea y las distintas iniciativas en I+D+i.....	84
2. El papel de la estandarización y la normalización en el ámbito del IoT .....	88
3. Consorcios, organismos de estandarización y la industria de grandes multinacionales .....	90

## Capítulo 4

<b>LA INVERSIÓN PÚBLICO PRIVADA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES E INDUSTRIA 4.0</b> .....	<b>  99  </b>
---	---------------

1. Resumen sobre la inversión tecnológica e innovación en España.....	100
2. Partenariados público privados para la inversión tecnológica.....	112

## Capítulo 5

<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>  117  </b>
---------------------------	----------------

1. Metodología para la elaboración de las conclusiones .....	118
2. Conclusiones del informe .....	119



Capítulo 6

**AGRADECIMIENTOS** ..... | 127 |

Anexo 1

**ESTADO DEL ARTE TECNOLÓGICO** ..... | 131 |

1. Arquitectura IoT ..... | 132 |

2. Tecnologías IoT ..... | 136 |

Anexo 2

**RESUMEN DE GRUPOS DE TRABAJO CON ESPECIALISTAS** ..... | 141 |

1. Grupo de operadores de telecomunicaciones ..... | 142 |

2. Grupo de fabricantes de dispositivos ..... | 147 |

3. Grupo de desarrolladores de plataformas y aplicaciones ..... | 152 |

4. Grupo de centros de estudio e investigación ..... | 158 |

5. Grupo de sectores empresariales ..... | 165 |

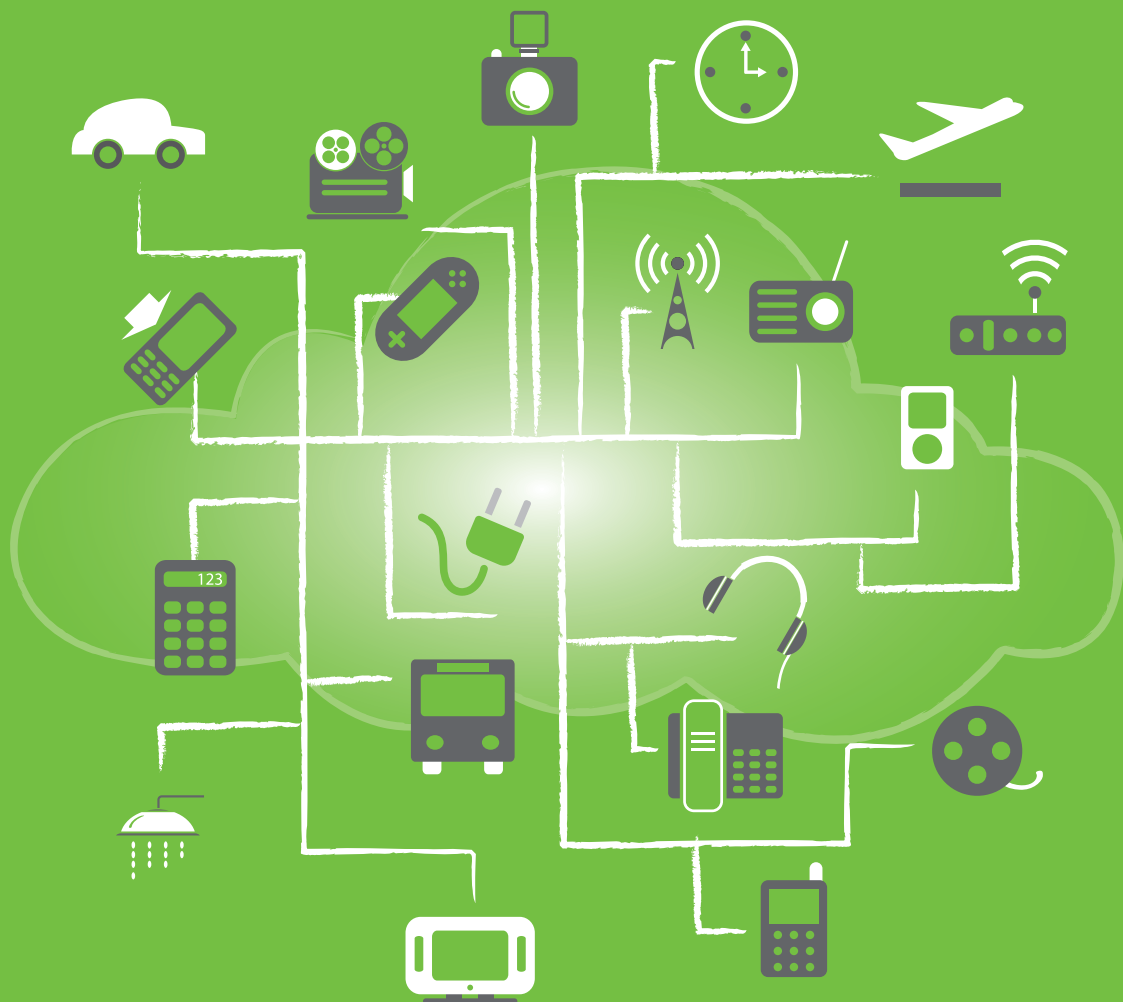
Anexo 3

**GLOSARIO** ..... | 171 |

**BIBLIOGRAFÍA** ..... | 187 |



# INTRODUCCIÓN





Existe un amplio consenso entre especialistas y expertos acerca de que el conjunto de tecnologías que conocemos como **Internet de las Cosas**, va a producir un enorme impacto en la sociedad, transformando la vida cotidiana, el mundo laboral, los negocios y prácticamente todos los ámbitos de la sociedad.

Vehículos, edificios con sus elementos, tales como electrodomésticos, puertas, ventanas, bombillas, etc., semáforos, farolas, cámaras, boyas en altamar y personas (a través de los teléfonos inteligentes y de los *wearables*) son algunas de las “cosas” que ya se conectan. Pero, sobre todo, concurrirán sensores por todas partes, que medirán temperatura, humedad, viento, luz, tráfico de vehículos y de personas, polen y un sinnúmero de variables más. Todo esto interconectado para tomar decisiones sobre salud, tráfico, seguridad, educación,...

Realmente las aplicaciones son innumerables. La información que se podrá disponer a partir de estas conexiones permitirá la prestación de servicios de maneras que hoy en día son imposibles y, en algunos casos, inimaginables.

Uno de los ámbitos donde estas tecnologías provocarán una transformación profunda es en la industria. El paradigma de la fábrica con su proceso productivo conectado, teniendo información detallada en tiempo real de cada uno de los pasos en la manufactura, el consumo de insumos, energía y materias primas, situación de inventarios, flotas de distribución y otros elementos móviles y estado de la maquinaria, permitirá mejorar la eficiencia y la productividad, reducir costes, mejorar la calidad del proceso y de los productos y abrirá la posibilidad a la personalización en el proceso productivo.

Este conjunto de tecnologías se une a otras (impresión 3D, robótica, *cloud computing*, etc.) que están haciendo avanzar en una nueva transformación industrial conocida como Industria 4.0.

Este informe pretende analizar la situación actual del sector de Internet de las Cosas en España y el impacto actual y potencial en el modelo de la Industria 4.0, además de identificar las recomendaciones de los especialistas del sector para fomentar el crecimiento de este en nuestro país.

A lo largo del capítulo 1, se detalla el perfil de las empresas conforman el ecosistema de Internet de las Cosas en España, así como sus principales modelos de negocio, el volumen de mercado actual y esperado, el estado del arte tecnológico y los beneficios que se pueden esperar de este paradigma.

De especial relevancia es el reciente dato de AMETIC (Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Contenidos Digitales) que estima el volumen de actividad económica de Internet de las Cosas en España en 2.575 millones de euros el año 2014 y prevé que en 2024 pueda llegar a los 14.500 millones.

En el capítulo 2, se analiza la aportación de estas tecnologías a la industria, el estado actual de implantación en España y las principales barreras y palancas para su desarrollo.

El capítulo 3 presenta una foto más global sobre estas tecnologías, comentando los principales ámbitos en los que la Comisión Europea, organismos internacionales de estandarización y grandes consorcios y multinacionales están haciendo para fomentar el despliegue de Internet de las Cosas.



El capítulo 4 expone cómo funcionan los canales de inversión y financiación que resultan tan relevantes para el desarrollo de este sector, así como los modelos de emprendimiento y algunos casos de éxito en otros países de nuestro entorno.

Finalmente, el capítulo 5 incluye las conclusiones del informe. Se trata de la visión de los especialistas en el ámbito sobre la situación del sector, sus principales barreras y las recomendaciones a seguir para fomentar el desarrollo de Internet de las Cosas en España.

Es de utilidad además mencionar que en el capítulo 9 se incluye anexo un glosario, que recoge los principales términos y denominaciones técnicas utilizadas a lo largo del documento.

Para la elaboración de este informe se ha consultado, a través de grupos de trabajo y de entrevistas individuales, a más de 60 personas, todos ellos especialistas y actores relevantes del ecosistema de Internet de las Cosas, incluyendo representantes de operadoras de telecomunicaciones, fabricantes de dispositivos, desarrolladores de plataformas y aplicaciones y centros de estudio e investigación y otros sectores empresariales, entre otros.

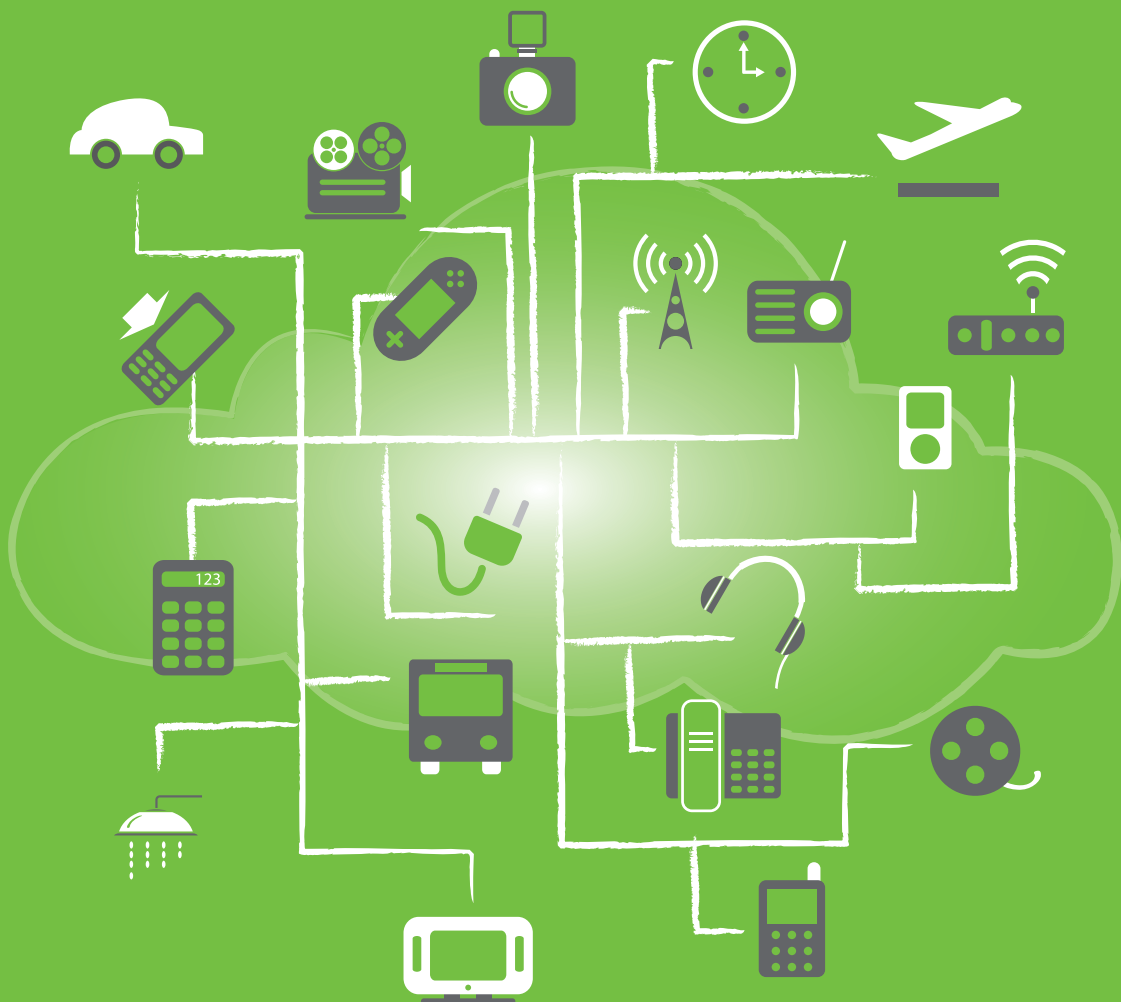
A través de este informe, se pretende dar un paso en la dirección de aunar esfuerzos para aprovechar la oportunidad que nos ofrece el desarrollo de uno de los sectores más prometedores para el desarrollo tecnológico e industrial de nuestro país, y que tendrá mayor impacto global en los próximos años.







# EL INTERNET DE LAS COSAS COMO TECNOLOGÍA DISRUPTIVA EN LA INDUSTRIA 4.0





## 1. El nuevo paradigma de la Industria 4.0

La revolución acaecida en el ámbito de las nuevas tecnologías durante las últimas décadas está y continuará redefiniendo de forma sustancial la manera en la que se entiende la sociedad. El día a día de las personas ha sido testigo de un cambio importante en usos y costumbres, altamente influenciado por nuevos dispositivos y formas de comunicación.

Este impacto no ha quedado reducido socialmente al individuo y sus interacciones más comunes, sino que el entorno empresarial es cada día más partícipe de esta evolución tecnológica constante, siendo quizás el sector industrial quien ha ido incorporando paulatinamente mayores usos de automatización y conectividad. Como todo cambio de calado y continuado, esta adopción e incorporación tecnológica adolece en cierto modo de un marco común y estándar de actuación, a fin de homogeneizar actuaciones, tecnológicas y avances.

Desde finales de 2011 el sector industrial alemán, referente y motor europeo, empezó a estudiar la definición de un marco común de aplicación de las nuevas tecnologías. De la mano de Robert Bosch GmbH se creó el Grupo de Trabajo Industria 4.0, el cual entregó sus primeras recomendaciones al gobierno alemán a finales de 2012. Un informe inicial de este Grupo de Trabajo fue presentado en abril de 2013 en la Feria de Hannover.

Así, el concepto de Industria 4.0 se presenta como la “cuarta revolución industrial” habiendo seguido una evolución estructurada en las siguientes fases:

- La **primera revolución industrial** fue la que permitió el aumento drástico de la producción gracias a la adopción de la energía del vapor.
- La **segunda revolución** fue la que acarrió la producción en masa gracias al uso de la energía eléctrica
- La **tercera revolución, o revolución digital**, estuvo marcada por el uso de la electrónica y las tecnologías de la información para introducir la automatización en la industria.
- Por último, la **cuarta revolución**, la que conocemos como **Industria 4.0**, es la que viene marcada por la introducción masiva de los sistemas “ciber-físicos” (objetos industriales conectados con sensores y actuadores), la interconexión entre industrias y los interfaces abiertos para los servicios. En resumen, la adopción del paradigma del Internet de las Cosas (IoT) aplicado al entorno industrial.

Esta adopción desde un punto de vista industrial del IoT y de los servicios interconectados, debe basarse, según la Universidad Técnica de Dortmund (Hermann, 2015) en los siguientes principios básicos de diseño:

- **Interoperabilidad:** la Industria 4.0 ofrecerá la capacidad de interconexión de todos sus elementos, materiales y humanos, mediante el uso del IoT y sus servicios.
- **Virtualización:** la fábrica inteligente ha de tener una copia virtual mostrando toda la información de sensores y sistemas, además de modelos de simulación.



- **Descentralización:** dado que los objetos conectados en las fábricas inteligentes deberán tener capacidades de decisión autónoma.
- **Capacidades de tiempo real:** mediante la captura de datos, su análisis y toma de decisiones en tiempo real, incorporando la inteligencia de negocio necesaria.
- **Orientación al servicio:** mediante la capacidad de ofrecer un catálogo de servicios que permita la interacción y la creación de nuevas aplicaciones y, por ende, mayor valor añadido.
- **Modularidad:** con la flexibilidad máxima en la fábrica inteligente para la adición, sustracción o sustitución de cualquiera de sus elementos.

El uso de estos principios básicos permitirá a la industria del futuro poder personalizar la fabricación sin dejar atrás la producción en masa, posibilitando también el auto diagnóstico, el auto ajuste y la auto optimización de los procesos, siendo también clave para asistir a los trabajadores en la mejora de sus condiciones laborales y en la realización de su actividad.

El éxito en la aplicación de estas premisas establecidas en la Industria 4.0 depende fundamentalmente de la adecuada adopción del Internet de las Cosas, resultando este nuevo sector tecnológico clave para lograr realizar una integración eficaz, abierta y modulable de la fábrica del futuro.

La industria española ha de entender el paradigma de la Industria 4.0 y para ello ha de integrar en su cadena de valor el Internet de las Cosas, entendiendo sus fundamentos técnicos y las capacidades de aportar valor añadido a los procesos de su negocio que puede traer.

## 2. ¿Qué es el Internet de las Cosas?

El Internet de las Cosas es el componente tecnológico fundamental sobre el que sienta sus bases el paradigma de la Industria 4.0. Y aunque pudiese parecer de otra forma, dada su omnipresencia en cualquier artículo o discusión tecnológica, el término “Internet de las Cosas” es bastante reciente. Fue en 2009 cuando Kevin Ashton, profesor del MIT en aquel entonces, usó la expresión *Internet of Things (IoT)* de forma pública por primera vez, y desde entonces el crecimiento y la expectación alrededor del término ha ido en aumento de forma exponencial. Fue en el *RFID journal* (Ashton, 2009) cuando Ashton acuñó públicamente el término. Aunque él mismo ha comentado que la expresión era de uso corriente en círculos internos de investigación desde 1999, si bien no se hizo público de forma notoria hasta entonces.

*“Si tuviésemos ordenadores que fuesen capaces de saber todo lo que pudiese saberse de cualquier cosa –usando datos recolectados sin intervención humana– seríamos capaces de hacer seguimiento detallado de todo, y poder reducir de forma importante los costes y malos usos. Sabríamos cuándo las cosas necesitan ser reparadas, cambiadas o recuperadas, incluso si están frescas o pasadas de fecha. El **Internet de las Cosas** tiene el potencial de cambiar el mundo como ya lo hizo Internet. O incluso más.”*



Raro es el artículo periodístico sobre nuevas tecnologías que no hable del IoT ya sea de forma directa o tangencial. La capacidad de poder conectar cualquier objeto es un concepto que despierta de forma inusual la imaginación. Para entender el origen del IoT se ha de echar un vistazo al pasado y analizar las distintas evoluciones tecnológicas.

El origen de los objetos conectados se remonta hasta los albores tecnológicos del siglo XIX, en lo que se consideran los primeros experimentos de telemetría de la historia. El primero del que se tiene constancia fue el llevado a cabo en 1874 por científicos franceses. Estos instalaron dispositivos de información meteorológica y de profundidad de nieve en la cima del *Mont Blanc*. A través de un enlace de radio de onda corta, los datos eran transmitidos a París. Otros experimentos, ya en el siglo XX, se realizaron desde iniciativas originadas en países como Rusia o Estados Unidos, ayudando al crecimiento de la telemetría y llevándola a un uso extensivo impulsado por la evolución de distintas tecnologías de telecomunicación.

El concepto del objeto conectado e inteligente ya se plasmó en aquella época en los pensamientos y escritos de científicos tan notables como Nikola Tesla o Alan Turing. Sus palabras, leídas desde una perspectiva histórica, cobran ahora sentido y demuestran cuán adelantados a su tiempo fueron.

En 1926, Nikola Tesla en una entrevista a la revista *Colliers* (Kennedy, 1926) anticipó el crecimiento de la conectividad a nivel global y la miniaturización tecnológica:

*“Cuando lo inalámbrico esté perfectamente desarrollado, el planeta entero se convertirá en un gran cerebro, que de hecho ya lo es, con todas las cosas siendo partículas de un todo real y rítmico... y los instrumentos que usaremos para ellos serán increíblemente sencillos comparados con nuestros teléfonos actuales. Un hombre podrá llevar uno en su bolsillo”*

Premonitorias también fueron las palabras de Alan Turing en 1950 en su artículo en el *Computing Machinery and Intelligence in the Oxford Mind Journal* (Turing, 1950), en donde ya avanzó la necesidad futura de dotar de inteligencia y capacidades de comunicación a los dispositivos sensores:

*“...también se puede sostener que es mejor proporcionar la máquina con los mejores órganos sensores que el dinero pueda comprar, y después enseñarla a entender y hablar inglés. Este proceso seguirá el proceso normal de aprendizaje de un niño”*

Pero no fue hasta la década de los 60 y, sobre todo, los 70 que se crearon los primeros protocolos de comunicaciones que definirían la base de lo que hoy es Internet dentro del seno de la red ARPANET, en el Departamento de Defensa de EEUU, si bien durante muchos años, estos protocolos fueron de uso militar y académico.

De esta forma, durante las décadas de los 70 y 80, la falta de comunicaciones rápidas y de bajo coste a medias y largas distancias facilitó la creación de redes heterogéneas, totalmente incompatibles entre sí. Estas consistían en silos de equipos conectados, principalmente ordenadores. No fue hasta mediados de los 90 que el Internet comercial y universal comenzó su expansión definitiva. Los silos se interconectaron mediante un protocolo de comunicaciones, el famoso TCP/IP, base de Internet, y las implementaciones no estándar comenzaron su declive. De esta forma, la red militar y académica que una vez fue ARPANET, se convirtió en INTERNET y con ello, en el origen de infinidad de nuevos modelos sociales y de negocio.



Ante la popularización de Internet, la idea de conectar objetos mediante esta red empezó pronto a popularizarse. Ya en 1990 John Romkey, un ingeniero del Xerox PARC en EEUU, creó el primer objeto conectado a Internet: una tostadora que se podía encender o apagar en remoto. La conectividad fue a través del ya mencionado protocolo TCP/IP y el control se realizó mediante SNMP (Simple Network Management Protocol), protocolo de gestión de red, que se usó para controlar el encendido y apagado del electrodoméstico.

A pesar de suponer una revolución en la forma de entender las redes, las comunicaciones que Internet ofrecía en el origen de su expansión mundial eran principalmente cableadas. Esto, unido a que el coste del hardware era aún elevado, hizo que las ideas que podían llevar a implementar objetos conectados prácticamente pasasen inadvertidas durante años.

La popularización de conectividad inalámbrica, ya fuese celular o WiFi, durante el inicio del siglo XXI, permitió por fin presenciar una primera explosión en el crecimiento de los objetos conectados. Este crecimiento se ha constatado especialmente en la última década, donde se han venido sucediendo nuevos conceptos como el WSN (*Wireless Sensor Networks*) o M2M (*Machine to Machine*), para finalmente dar paso al IoT. A diferencia de los previos, sobre todo del M2M, el IoT tiene un carácter más universal en su concepción, protocolos, redes, apertura de interfaces, entornos de desarrollo y explotación así como en las expectativas suscitadas en el mercado desde su popularización.

Como ya se introdujo en párrafos anteriores, el término IoT no fue usado de forma pública hasta 2009 por Kevin Ashton. Desde entonces el término ha pasado de ser usado en entornos científicos y de investigación a convertirse en un paradigma que no puede faltar en cualquier convención tecnológica o propuesta innovadora dentro del mundo de las telecomunicaciones, electrónica de consumo, sensórica, etc.

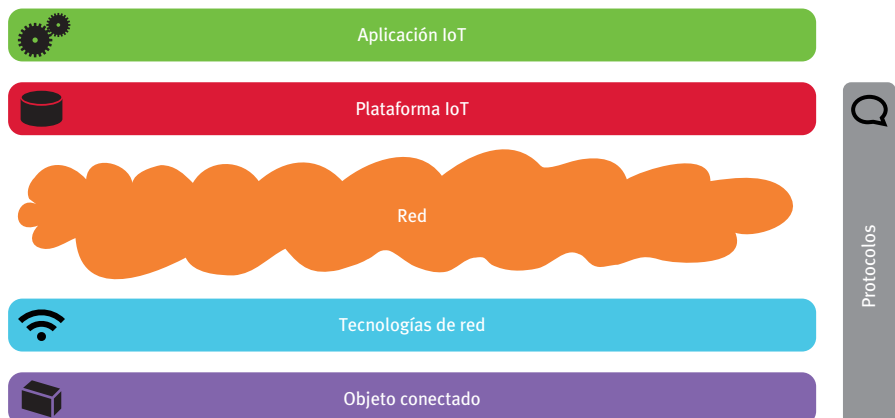
El concepto del IoT como tal, es bastante amplio en lo que se refiere a su definición, sin estar aún consensuado o con un estándar aceptado universalmente que lo desarrolle, aunque se podría resumir como:

*Paradigma tecnológico que define la dotación de conectividad a internet a cualquier objeto sobre el que se pueda medir parámetros físicos o actuar, así como las aplicaciones y tratamiento de datos inteligentes relativos a los mismos.*

### 3. Arquitectura y conceptos básicos del IoT

Haciendo un seguimiento del mercado y de las iniciativas relativas al IoT, se puede estructurar para su estudio dentro de los siguientes componentes o áreas fundamentales:

- Objetos conectados.
- Tecnologías de red.
- Protocolos de comunicación.
- Plataforma IoT, para el tratamiento inteligente de datos (puede ser *Big Data* o *Small Data*).
- Aplicaciones de usuario.

**FIGURA 1**  
Componentes fundamentales del IoT

Sobre estos pilares se funda el IoT tal cual se conoce hoy en día. Si bien existe mucha filosofía y teoría alrededor del mismo, la mayoría se centra en los distintos verticales y casos de uso específicos. El presente informe analizará estos verticales en detalle poniendo a disposición del lector su desarrollo tecnológico en detalle en el Anexo I.

Sobre estos conceptos generales sobre los que se construye el IoT es conveniente también especificar ciertos requerimientos y máximas tecnológicas a considerar previamente:

- *Los objetos conectados pueden ser inteligentes, aunque no es obligatorio.*

La reducción en costes de los microprocesadores de mayor capacidad junto con la aparición de modelos que ofrecen consumos muy reducidos de energía, ha provocado la aparición de soluciones muy optimizadas en precio aunque capaces de proporcionar velocidades y volúmenes de proceso que pueden ir más allá de la simple recolección y envío de datos. Existen situaciones en las que es necesario realizar un análisis del dato en el propio objeto o decisiones autónomas, para lo cual a los objetos conectados se les puede dotar de cierta inteligencia. Pero el IoT no obliga en manera alguna a que esto sea así. En muchos casos este proceso se realizará a nivel del *cloud*, plataforma IoT o la aplicación, dejando el dispositivo en su uso mínimo. Será cada caso de uso el que determine la inteligencia o no del objeto conectado.

- *Es conveniente que exista conectividad IP (Internet Protocol) punto a punto, aunque en determinados casos no sea aplicable.*

Hay que recordar que se está hablando del “Internet de las cosas” e Internet es una red cuya matriz es el protocolo de red IP. Idealmente una conectividad nativa IP sería el escenario más cómodo, ya que permitiría interactuar a todos los efectos con el dispositivo sin necesidad de usar pasarelas y repetidores para llegar al mismo. El problema es que el uso de conectividades basadas en IP no es siempre sencillo por varios factores limitantes:

- Coste del dispositivo.
- Consumo energético.
- Coste de la conectividad (en algunos casos).



Para poder tener conectividad IP de forma inalámbrica en un objeto se puede recurrir a distintas aproximaciones tecnológicas, cada una con sus ventajas e inconvenientes:

- Conectividad WiFi, con un consumo energético alto, coste del dispositivo reducido, pero no el más óptimo para grandes volúmenes
- Conectividad celular (2G, 3G o 4G), con un consumo energético alto, un coste del dispositivo reducido sólo en 2G, y no el más óptimo en grandes volúmenes y con un coste de conectividad a considerar.
- Tecnologías de radio usando la versión reducida de IP versión 6, el denominado *6LowPAN*, su uso, aunque prometedor y con grandes nombres industriales detrás, es aún muy reducido.

De esta forma el uso de la conectividad IP puede estar justificada en algunos casos, pero cuando se requieren consumos muy reducidos y costes muy bajos, la elección tecnológica estará basada en tecnologías de radio de bajo consumo estilo *ZigBee* o similares, con necesidad de despliegue de red propia, o en protocolos específicos creados por el mercado IoT, con redes y estándares como Sigfox, LoRa, Weighless, etc., también conocidos como redes LPWA (Low Power Wide Area).

- *La conectividad de red ha de ser abierta y estándar, o al menos ampliamente aceptada por el mercado.*

Aunque esta es una afirmación bastante lógica cuando se habla de crear aplicaciones relativas a objetos conectados, el estado actual del IoT presenta una heterogeneidad amplísima, causada principalmente por la variedad de casos de uso y requerimientos derivados. El IoT no es comparable, por ejemplo, a la estandarización de la telefonía móvil actual. En aquel caso se ha evolucionado desde un requerimiento inicial único, el hablar, al que se le han añadido la capacidad de enviar mensajes, los SMS. Más adelante se le añadió la capacidad de comunicación de datos, lo que ha provocado una explosión de aplicaciones sobre dispositivos funcionando con estos estándares. En el caso de IoT, en numerosas ocasiones llega antes la aplicación que la elección de la solución tecnológica y además se incluye dentro del mismo una variedad inmensa de posibles aplicaciones. De esta forma habrá aplicaciones que necesitarán conectividad constante, o esporádica, o unidireccional, o bidireccional, en unos casos serán dispositivos alimentados por batería, en otros los dispositivos estarán conectados a la red, en otros casos habrá cobertura de ciertas redes, en otros casos de redes diferentes, en unos serán en escenarios al aire libre, en otros serán localizados en interiores o incluso enterrados, etc.

Como se puede ver, la casuística de comunicaciones hace que el uso de tecnologías de red estándar no sea siempre posible, con lo que se están empezando a usar nuevas tecnologías y redes creadas por el mercado para cubrir los nichos en los que las existentes no podían proporcionar solución directa. Un ejemplo de esto es el caso ya mencionado del LPWA (Low Power Wide Area), presente de forma muy potente en el mercado IoT mediante tecnologías y redes como las ya mencionadas Sigfox, LoRa, Weighless, etc. El propio 3GPP, organismo de estandarización de telefonía móvil, que tuvo su primera recomendación para crear un LTE/4G para “Comunicaciones Tipo Máquina” (MTC, Machine Type Communications) (3GPP, 2009-2012) de consumo reducido y que no se tradujo en temas concretos en versiones posteriores, está por fin empezando a trabajar en la creación de un esfuerzo de estandarización alrededor del LPWA.



- *El cloud y su inteligencia han de ser usados como piedra angular en la conectividad descargando de proceso a los objetos conectados.*

Ya se ha dejado claro que los objetos conectados en el IoT pueden tener inteligencia limitada y requerir un consumo de energía mínimo. Para poder lograr este objetivo, es clave poder contar con un repositorio de datos que permita comunicaciones muy eficientes, latencia muy baja y posibilidad de incluir procedimientos y algoritmos de proceso de datos. De la misma forma, deberán ofrecer interfaces sencillos y estándares de integración para nuevas aplicaciones sobre ellos. En este contexto, el *cloud* y las plataformas IoT se convierten en el centro y piedra angular de cualquier despliegue. Incluso cuando se habla de dispositivos que se conciben en un IoT de proximidad, por ejemplo los *wearables* vía Bluetooth con *smartphones*, el *cloud* es fundamental para la trazabilidad a largo plazo, la *gamificación* de los datos, compartición, clasificación, etc.

- *Las técnicas de Big Data son necesarias en IoT siempre y cuando el volumen del despliegue justifique su uso.*

Aunque no es el caso para todos los mercados en los que se aplica el IoT, el *Big Data*, manipulación de gran cantidad de datos, es un elemento clave en los despliegues IoT de gran tamaño. La mera representación de datos, gestión de alarmas e interfaces de interacción con los objetos conectados puede no ser suficiente en muchos de los casos de uso del IoT. Dependiendo la inteligencia del negocio en la que aplicar las Tecnologías IoT, pueden ser necesarias distintas aproximaciones. El objetivo fundamental es ofrecer aplicaciones que puedan proporcionar un valor añadido a los datos, teniendo estructurada la captura, el almacenado, búsqueda, compartición, análisis, y visualización de los mismos. Incluso en los casos en los que se esté tratando con *Small Data*, estas aproximaciones serán válidas en parte o en su totalidad, ya que el “dato puro” (sin tratamiento) también puede ser insuficiente.

- *Los aplicativos IoT han de ofrecer un alto valor añadido que vaya más allá de la mera lectura de datos.*

A pesar de haber demostrado una excelencia tecnológica exquisita, una de las grandes barreras de las *startups* que se han lanzado durante los últimos años al mundo del IoT ha sido la necesidad de conocimiento profundo de los sectores hacia los cuales sus dispositivos y aplicaciones se podían orientar. Ya fuesen soluciones verticales puras o soluciones genéricas IoT adaptables a distintos segmentos, la aportación basada en el suministro de objetos conectados, recopilación de datos, análisis simple y representación directa de los mismos, no es siempre la más idónea para todos y cada uno de los posibles casos de uso. El tiempo ha demostrado que en numerosas ocasiones estas empresas han necesitado múltiples iteraciones para poder ofrecer un producto mínimamente interesante al usuario final, con la consiguiente pérdida de oportunidad.

El mercado enseña que, salvo contadas excepciones, el camino del éxito en las soluciones IoT necesita de la colaboración necesaria del sector. Sin necesidad de contar por obligación con el cliente final para este proceso, otras opciones pasan por la realización de consultorías especializadas en el área previamente a la toma de decisiones y al inicio de ningún desarrollo industrial. Obviamente, en el caso de pruebas de concepto y prototipos no se aplicaría.





- *Es clave ofrecer soluciones completas "extremo a extremo" para el usuario final, permaneciendo abierto a otras aproximaciones.*

El mundo del IoT está plagado de lo que se denominan "plataformas". Una plataforma por definición es una base sobre la que construir soluciones. Estas plataformas pueden ser de objetos conectados, de servicios *cloud* y de aplicaciones. En algunos casos están combinadas, en otros es una auténtica matriz de plataformas e interrelaciones entre ellas. Con una compatibilidad heterogénea y una certificación sin normalizar nos encontramos con una "Torre de Babel" tecnológica.

Lo que el mercado dicta es que salvo casos de desarrollo, prototipo o investigación, se necesitan soluciones finales, soluciones extremo a extremo que aporten, como se comentaba en la sección anterior, alto valor añadido. El cliente final necesita ver costes y beneficios en el uso del IoT, nada más. Hay que ser siempre flexible, porque en algunos casos la elección final de algunos componentes de plataformas es una decisión que ha de ser consensuada con los CIO, CTO o CFO de las empresas, pero esto no deberá cambiar de forma aparente la solución ofertada, que ha de tener siempre una aproximación "llave en mano".

Como se ha desarrollado, el concepto de IoT está lejos de ser un concepto reducido y estandarizado, si bien el propio mercado y el propio estado del arte de la tecnología se están encargando de acotar.

En el Anexo I se analiza en profundidad el estado del arte actual tecnológico del IoT, recomendando su lectura para quienes que estuvieran interesados en adquirir o revisar su desarrollo y estado.

## 4. El proceso de creación de soluciones IoT

Siendo el IoT un ámbito multidisciplinar en el área tecnológica, la creación de soluciones para el sector es un proceso complejo que involucra distintos componentes y fases, siempre en función del tipo de producto, solución o servicio que se quiera ofertar. Como ya se ha visto, dentro del IoT se puede hablar de objetos conectados, tecnologías de red, *cloud* o plataforma IoT y aplicaciones. Cada uno de los procesos se subdividirá a su vez en distintas fases que requerirán de conocimientos y experiencia específicos.

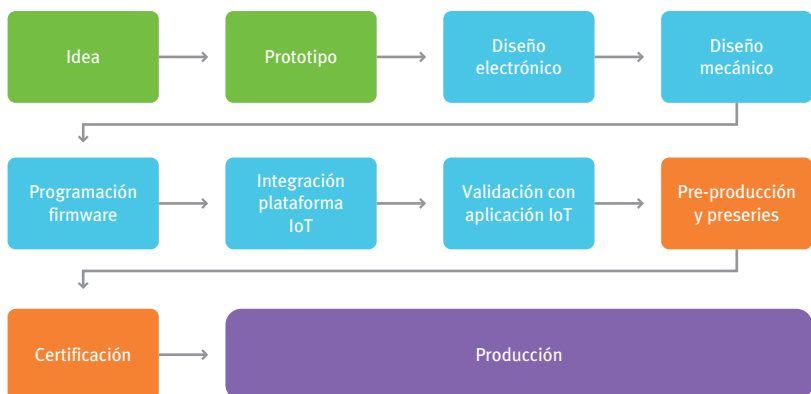
La conjunción de todos los componentes o gran parte de ellos conformarán la solución IoT, con lo que el entendimiento de su creación es clave para identificar las necesidades del mercado en cuanto a conocimiento, perfiles, educación, etc.

### 4.1. Creación de objetos conectados

La creación de un objeto conectado es una labor en la que entran en juego diseño y fabricación de hardware, desarrollo de software y, en algunos casos, diseño industrial. Las fases de este proceso pueden resumirse en los siguientes pasos:



FIGURA 2 Fases de creación de un objeto conectado



## 1. Idea

Muchas pueden ser las razones por las cuales se considere entrar en el desarrollo de un objeto conectado para cubrir una necesidad determinada, pero muchos son los factores y etapas a tener en cuenta antes de lanzarse a realizarlo. Los hechos demuestran que el diseño de hardware es costoso, duro y arriesgado. Debe considerarse antes de cualquier desarrollo un estudio exhaustivo del mercado existente y plantearse una serie de cuestiones cruciales:

- ¿Existe una solución disponible ya en el mercado?
- Si no es así ¿existe en el mercado alguna solución adaptable en parte o en su totalidad a la aplicación?
- Si existe ¿sus características tecnológicas, mecánicas y de coste permiten considerar el realizar un nuevo diseño?
- Y muy importante, ante un diseño innovador ¿se tienen las competencias y conocimientos necesarios para su desarrollo?, y no se está hablando de conocimientos tecnológicos, se habla de conocimientos del mercado y el vertical al que se pretende dirigir.
- ¿Es realmente algo por lo que el cliente final pagaría?
- ¿Ofrece una oferta *extremo a extremo* de verdadero valor añadido y con un retorno de inversión identificado?

Por eso, acometer la creación de un nuevo objeto conectado para una solución IoT solo puede estar causado por la imperiosa necesidad de cubrir un requerimiento o varios, y que no estuviera satisfecho con las soluciones disponibles.

Si finalmente se opta por la realización de un nuevo diseño de objeto conectado, previamente es obligatoria la creación y análisis de un plan detallado de ejecución y financiero que contemple todos los componentes involucrados, cosa que en muchas ocasiones se obvia con los consiguientes riesgos.



## 2. Prototipo

Antes de involucrarse en ningún desarrollo importante, es conveniente la validación inicial de la idea de una forma funcional. Pudiendo estar lejos de lo que puede ser un producto final en tamaño, prestaciones, consumo y precio, el prototipo permite tener una primera aproximación de la solución. Esto puede resultar de gran valor tecnológico e incluso financiero, ya que su existencia argumenta las razones por las que invertir en su desarrollo.

Para la realización de un prototipo hay dos aproximaciones posibles:

- Basarse en plataformas hardware de desarrollos existentes. Existen opciones de hardware abierto como pueden ser *Arduino* o *Raspberry Pi* y todas sus clónicas o bien distintas plataformas de desarrollo más avanzadas o dedicadas al mundo del IoT. Este prototipo permitirá únicamente realizar una validación funcional de la solución previa a un diseño a medida.
- Realizar un prototipo basado en un diseño eléctrico que deberá ser muy parecido al producto final. En este caso su validación permitirá realizar los ajustes electrónicos y mecánicos necesarios. En caso de prototipos de este estilo muy defectuosos, nuevas iteraciones del mismo deberán considerarse antes de proceder a la realización de las pre-series de producción.

## 3. Diseño electrónico

Una vez realizados los estudios previos necesarios sobre el objeto conectado que se va a producir y habiendo realizado, si ha sido posible o se ha considerado necesario, un prototipo inicial para demostrar la funcionalidad, se deberá acometer el diseño electrónico.

Es clave una elección adecuada de PCB – *Printed Circuit Board*- o circuito impreso (capas, sustrato, grosor, etc.), componentes (activos, pasivos, conectores, etc.) y la realización de un diseño adecuado a los requerimientos de consumo, comunicaciones y fiabilidad.

Cabe destacar que esta fase ha estado limitada por los altos costes de licencias de software de diseño electrónico. Aunque los programas más avanzados siguen siendo muy costosos, han aparecido en el mercado soluciones de código abierto y gratuito o de muy bajo coste relativo para estudiantes y uso particular. Este factor está resultando de gran ayuda para *startups* y emprendedores en el área.

## 4. Diseño mecánico

Aunque en determinados casos el desarrollo puede acometerse únicamente abordando la parte electrónica y dejar abierto el encapsulado (por ejemplo, una plataforma de desarrollo IoT), al hablar de soluciones IoT completas, es necesario considerar el diseño de una cobertura o caja adecuada.

Por tanto, esta fase debe de acometerse en conjunción con la anterior ya que es clave el “ensamblaje” de pasantes, enganches, cierres o tornillos en el PCB, así como las necesidades de estanqueidad, ventilación de los circuitos o conectividad en la caja.



La elección de un diseño impactante puede ser condicionante en alguno de los verticales, por lo que resulta muy importante contar con recursos con la capacidad requerida para el mismo.

## 5. Programación firmware

Pudiendo ser acometida desde el momento en el que se dispone de un prototipo, la programación del firmware cubre todo el desarrollo software que se incorporará en el mismo objeto conectado en sí. Este software deberá controlar la aplicación que regula el funcionamiento del mismo objeto, así como sus algoritmos de proceso, comunicación, sensorización, actuación, consumo energético, etc.

Es clave que en esta fase se planifique de forma adecuada la integración con las fases posteriores, así como el test y validación necesarios para asegurar la robustez de la solución.

## 6. Integración con plataforma IoT

Aunque la integración inicial en este caso podría considerarse dentro del desarrollo firmware, es conveniente un trabajo conjunto con la plataforma para la validación de las comunicaciones, ajuste de capacidades y optimización de latencias y consumos energéticos y de datos.

El protocolo usado para esta integración es recomendable que sea estandarizado y su aplicación bien documentada. Por ejemplo, si se usa MQTT se deberán definir en detalle sus *topics* y si se realiza sobre un API *Rest* con intercambio de ficheros JSON, se deberá detallar el contenido de cada uno de los campos del mismo.

## 7. Validación con aplicación IoT

La aplicación IoT deberá siempre tener un alto nivel de abstracción en su interacción con el objeto conectado y este puede servir datos para ser usados por otras aplicaciones. Aun así, es conveniente hacer una validación punto a punto del sistema, integrando el objeto, la plataforma IoT y la aplicación. De esta forma se comprobará que existe la robustez requerida en toda la cadena de componentes del sistema y desde el punto de vista del usuario.

Por ejemplo, un uso limitado de un objeto conectado por batería puede proporcionar una experiencia de usuario pobre en la aplicación, y el aumento de régimen de uso del objeto puede mejorarla pero no hacer viable el requerimiento de duración temporal por uso excesivo de batería.

## 8. Pre-producción y pre-series

Llegados a este punto, es el momento de acometer la fase previa a la producción. Se debe de planificar, ya con la colaboración de la empresa encargada de la producción, una serie corta de dispositivos idénticos a la versión final tanto electrónica como mecánicamente.

Aspectos como la durabilidad, rango de temperaturas de operación, resistencia a interferencias, estanqueidad o dureza deberán ser validadas en profundidad. Es la oportunidad de hacer también una presentación



al cliente final, si lo hubiese, y en muchos casos este hito puede suponer el paso final del proyecto si la producción se externaliza.

Como en la fase de prototipo, una pre-serie con muchos errores puede necesitar nuevas iteraciones de fabricación, pero en esta fase esto es preferiblemente evitable.

## 9. Certificación

Los productos electrónicos están regulados internacionalmente por distintas normativas que exigen el cumplimiento de ciertas certificaciones. Un producto alimentado y conectado presenta riesgos de electrocución, altas temperaturas, deformidades, interferencias, etc. El objetivo principal de estas certificaciones es el de asegurarse de que todos estos parámetros están dentro de las normas establecidas. Estas normas pueden ser las realizadas por administraciones, instituciones, fabricantes u operadores de red y son de obligado cumplimiento para poder lanzar una producción y autorizar su venta en diferentes mercados.

Es muy importante observar la diferencia de certificaciones entre países y continentes y considerarlo en las fases iniciales de creación de producto.

## 10. Producción

La fase de producción es la más delicada desde la perspectiva financiera, y la que ha de planificarse con más detalle. Desde una externalización completa hasta su fraccionamiento en distintas fases, la empresa deberá cuidar que los distintos pasos necesarios se den de la forma más adecuada:

- Acopio de materiales.
- Fabricación de PCBs.
- Montaje PCB.
- Test eléctrico.
- Test funcional.
- Fabricación de moldes si se usan cajas a medida.
- Fabricación de las cajas.
- Mecanizado y estampado de las cajas.
- Montaje en caja.
- Validación del sistema.
- Embalaje, etiquetado, almacenaje, etc.

Es en esta fase donde también entra en juego una cuidadosa gestión de inventarios, tanto en producto final, como en cada una de sus fases. Una producción varía mucho los costes en función del volumen, pero un alto inventario supone un riesgo de inmovilizado con la consiguiente depreciación.



## 4.2. Creación de plataformas IoT

Una plataforma IoT, independientemente de la complejidad que integre, es en fundamento un desarrollo software. El concepto que engloba es bastante amplio y puede referirse a un amplio abanico de implementaciones. Una plataforma IoT puede ser desde un simple repositorio de datos y eventos con interfaces estándar, hasta un complejo sistema inteligente que incluya capacidades de predicción, aprendizaje, inteligencia de negocio y otras algorítmias. En todo caso, para la creación de una plataforma IoT se deberían considerar las siguientes fases:

**FIGURA 3**  
Fases de creación de una plataforma IoT



### 1. Idea

Si hay un área del IoT en el que la diversidad de soluciones comerciales ha crecido en los últimos tiempos, es la de las plataformas. La baja inversión requerida para poder arrancar y ofrecer un servicio básico gracias a los grandes proveedores de soluciones *cloud*, hace que nuevas iniciativas y empresas ya maduras puedan lanzarse a la aventura con un riesgo menor que para la creación de objetos conectados.

Por tanto, antes de proponerse la creación de una plataforma cabe considerar las disponibles en el mercado, sus características e incluso su modelo de licencia para poder ser usadas como “marca blanca” y ofrecer una marca propia.

Si se opta por el desarrollo final de una plataforma, las fases del proceso son similares a las de un proyecto software, aunque con algunas particularidades propias del IoT.

### 2. Diseño

En esta fase se decidirán los protocolos soportados por la plataforma y su uso y se diseñará el modelo de base de datos, el motor de eventos, toda la algorítmica propia y las interfaces de programación a utilizar, o APIs, para habilitar el desarrollo sobre la propia plataforma de aplicaciones.

### 3. Desarrollo

Esta fase consistirá en una ejecución planificada del diseño así como la primera piedra de toque previa a la validación de interfaces, funcionalidades, tales como el motor de eventos, y capacidad, que vendrá determinada por la potencia de las máquinas a usar o virtualizadas en el *cloud*.



## 4. Validación

La plataforma deberá ser validada desde dos aproximaciones:

- Bottom-up, con una selección de objetos conectados, validando los protocolos de comunicación y los formatos de representación de datos.
- Up-down, con un enfoque aplicativo y con una serie determinada de casos de uso.

El plan se ejecutará con un objetivo de robustez y rendimiento acorde a las necesidades.

## 5. Puesta en producción

Hasta este punto toda la programación y validación se habrá realizado en servidores de desarrollo siendo en esta fase en la que una versión de producción y comercial se pondrá en servicio.

## 6. Evolución

Alternando entre servidores de desarrollo y producción, la plataforma deberá actualizarse para la inclusión de nuevos protocolos, servicios y APIs para el desarrollo de aplicaciones y nuevos casos de uso.

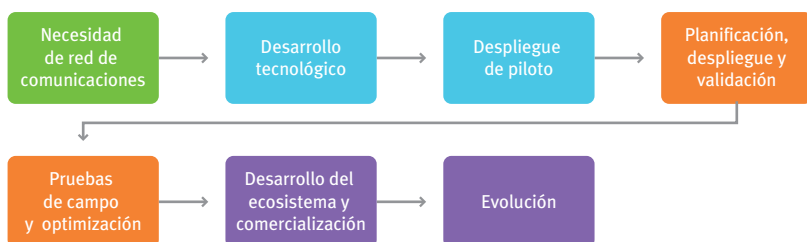
### 4.3. Creación de aplicaciones IoT

Para la creación de aplicaciones que den servicio final al usuario IoT, se vuelve a hablar de un desarrollo puramente software. En este caso puede acometerse de distintas formas en función de la aplicación. Lo que es claro es que este proceso se hará desarrollando sobre interfaces definidos por la plataforma IoT o, en algunos casos, sobre librerías a más alto nivel en el dispositivo final.

Este tipo de desarrollos estarán alineados con el ciclo de vida clásico de desarrollo software, por lo que no se entrará en más detalles al respecto, dado que no hay una diferenciación significativa en lo concerniente a la creación de aplicaciones tradicionales.

### 4.4. Despliegue de una red IoT

Uno de los grandes cuellos de botella del desarrollo IoT en algunos de los verticales clave es la disponibilidad de una red de comunicaciones que ofrezca ubicuidad, eficiencia y costes adecuados. Para ciertos desarrollos se puede considerar que este tipo de redes ya existe, pero en otros el despliegue de nuevas puede aportar enormes ventajas operativas y económicas. En la mayoría de los casos se trata de despliegues muy localizados, pero existen casos puntuales de desarrollos de cobertura urbana, regional o incluso nacional en los que se requiere una estricta planificación. Los pasos a seguir en lo concerniente a estos despliegues es el siguiente:

**FIGURA 4**  
Fases de despliegue de una red IoT

### 1. Necesidad de red de comunicaciones

Sea cualquiera la escala de la que se esté hablando, el despliegue de una nueva red de comunicaciones IoT es una decisión que requiere un análisis muy detallado de los condicionantes que determinan su instalación. A diferencia de otras áreas del sector, cuando se habla de un despliegue de red se incurre en costes de material y obra importantes (CAPEX) y se compromete un plazo de mantenimiento y operación extenso para poder rentabilizarla y obtener beneficio en un plazo tecnológicamente posible (OPEX).

Los motivos por los cuales se puede proceder a desplegar una nueva red deberán ser consecuencia de una combinación de intereses económicos y tecnológicos. La ausencia de características claves en uno o varios verticales IoT y una estimación de un rápido retorno de la inversión con la explotación de la red es la combinación más idónea que ha de darse para poder realizar este despliegue.

Técnicamente hablando, sin contar con los casos clásicos de redes celulares y su labor multidisciplinar, el objetivo es el de cubrir una determinada área con un acceso de tecnología de red IoT (por ejemplo, *ZigBee*, *Z-Wave*, *TinyMesh* o similares, propietarias en algunos casos) o el hacer un despliegue progresivo con el fin de convertirse en operador, para lo cual es necesario evolucionar hacia nuevas tecnologías propietarias o no lo suficientemente maduras en este momento del mercado.

### 2. Desarrollo tecnológico

Si el nicho de red que se pretende cubrir no puede implementarse con las tecnologías existentes en el mercado, será necesario el desarrollo de una nueva tecnología de red, pudiendo ser, en determinados casos, una evolución de las existentes. Un ejemplo es el despliegue realizado por redes como *Sigfox* o por otros operadores basados en tecnologías como *LoRa*, construidas sobre nuevos protocolos creados para cubrir nichos que carecían de servicio comercial.

### 3. Despliegue de piloto

Ya sea en un área determinada, barrio, región o ciudad, la nueva red deberá pilotarse consecuentemente, incluyendo la validación de la funcionalidad esperada. Será el momento en el que el desarrollo del ecosistema de dispositivos deberá comenzar a crecer de forma exponencial.





#### 4. Planificación, despliegue y validación

Será el momento de planificar la red, acometer los requerimientos administrativos y de ejecutar el plan de despliegue de estaciones base o pasarelas de la red, así como de validar los parámetros de calidad esperados. Sin duda será un proceso costoso en tiempo, recursos y medios económicos.

#### 5. Pruebas de campo y optimización

Tras cada fase de despliegue deberá realizarse una serie de pruebas de campo que cubran los distintos casos de uso y localizaciones. Posteriormente se podrá proceder a las optimizaciones necesarias que la red permita, ya sean de parámetros, potencias de emisión u orientación y configuración de antenas.

#### 6. Desarrollo del ecosistema y comercialización

Si la red desplegada representa una nueva tecnología, esta se encontrará con una barrera inicial: la falta de objetos conectados y plataformas IoT compatibles. Por este motivo resulta fundamental la dinamización del ecosistema, haciendo que los fabricantes, desarrolladores y los clientes finales entren en contacto, quedando el operador como “facilitador” de las comunicaciones y garante de la calidad de transmisión y recepción de los objetos mediante las certificaciones necesarias y las plataformas IoT mediante la pertinente integración.

#### 7. Evolución

El IoT es un sector en constante evolución. Ninguna de las tecnologías asociadas podrá quedarse en un estado estático, aplicando también a las redes de comunicaciones. Ya sean basadas en estándares establecidos o de nueva concepción, deberán evolucionar no solo hacia una mayor densificación, sino también al soporte de nuevas e innovadoras características, garantizando siempre la compatibilidad con los despliegues realizados hasta el momento.

## 5. Ventajas esperables

Se ha procedido hasta este punto a hacer una introducción al sector del IoT a nivel tecnológico y organizativo, y es el momento de hacer un análisis y presentar los beneficios más destacables que su uso puede traer a la industria y a la sociedad. El IoT es capaz de dotar de conectividad a los objetos, interactuar con ellos, concentrar las comunicaciones y los datos y de crear nuevas aplicaciones que pueden ser específicas de un vertical o transversales a varios. Todas estas ventajas y sus aplicaciones derivadas aportan un evidente valor añadido a infinidad de casos de uso, destacando las siguientes mejoras:

### 5.1. Democratización de la conectividad

El simple concepto de disponer de objetos conectados con los que interactuar en tiempo real y poder construir aplicaciones sobre los datos recogidos era algo al alcance de muy pocos hace más de una década.



Varias son las razones que han impulsado esta área tecnológica y han facilitado la democratización de la conectividad a todos los objetos:

- El abaratamiento de los sistemas de comunicaciones y microprocesadores y su producción masiva.
- El menor coste de las comunicaciones por la amortización de las distintas infraestructuras y el alto volumen de contratación.
- La popularización de los servicios *cloud*, más económicos, sencillos de uso y potentes.
- El crecimiento de la capacidad de proceso del hardware disponible y su apertura a innovadoras aplicaciones a un coste aceptable.

Estas circunstancias están permitiendo la creación de todo tipo de dispositivos conectados y han abierto las puertas a una infinidad de aplicaciones, dando lugar a lo que hoy conocemos como IoT.

## 5.2. Mejora y consolidación de aplicaciones tradicionales

Mediante la introducción del IoT, áreas en las que se utilizaban las TIC de forma tradicional han visto mejorar su alcance y consolidar su uso al abaratar objetos, conectividad y almacenaje de datos de forma abierta. Sistemas de control y telediagnóstico tradicionalmente desarrollados en entornos cerrados y de alto precio pueden ser sustituidos por soluciones de más bajo coste y arquitectura de protocolos y representación de datos abiertos.

Por ejemplo, entornos tradicionalmente cerrados a soluciones propietarias como son los sensores desplegados en *Smart Cities*, los cuales hasta ahora proporcionaban verticales completos consistentes en objeto, red y aplicación en servidor, están siendo sustituidos por dispositivos y soluciones abiertas mediante el uso de protocolos de comunicación abiertos y adoptados por el mercado que permiten su inclusión en sistemas multidisciplinarios y catálogos de datos públicos. Más ejemplos pueden encontrarse en dispositivos de hogar conectado, donde estándares como Thread o Alljoyn, explicados posteriormente, permiten una integración directa y abierta de cualquier objeto o en entornos industriales, donde la adopción de interfaces basadas en servicios web abiertos frente a estándares de industria está facilitando la interconexión de empresas y servicios de forma más sencilla.

## 5.3. Mejora de procesos y retorno de la inversión (ROI)

Adicional a la mejora de aplicaciones existentes, el IoT ofrece la posibilidad de ayudar en la mejora de procesos en los que se aplique. Con su uso se genera una interacción y recolección de datos que tras el consiguiente análisis, puede proporcionar nuevas informaciones que permitan mejorar costes en diferentes áreas, justificando la rentabilidad y el retorno de la inversión (ROI) del uso del IoT de forma directa.

Yendo más allá de sectores tradicionalmente automatizados, la mejora de procesos aportado por el IoT es muy evidente en áreas en las que hasta ahora la penetración tecnológica ha sido muy limitada. Por



ejemplo, la trazabilidad de activos mediante objetos conectados de bajo coste, concepto hasta ahora prohibitivo en precio, o la monitorización de actividad en industrias de pequeño tamaño son dos figuras que pueden dar una idea de la alta potencialidad de la aplicación del IoT.

#### 5.4. Nuevas aplicaciones y modelos de negocio transversales

Por último, una de las facetas más destacadas en las que el IoT aporta una gran innovación es en las nuevas aplicaciones, sobre todo aquellas en las que se acometen aproximaciones que son capaces de hacer un planteamiento más allá de los estándares establecidos. Salirse de la tradicional implementación del caso de uso y aplicación asociada, aplicar el *thinking outside the box* y buscar nuevas fórmulas que aporten mucho más valor añadido, es donde el IoT debe demostrar su altísima valía en distintos sectores.

Por ejemplo, el uso de lecturas de sensores medioambientales combinado con información de tráfico para hacer predicciones de funcionamiento en comercios, o el uso de sensores de llenado de contenedores de basura combinado con el consumo de agua y electricidad para analizar los usos y costumbres de determinados barrios y poder ofrecerles mejores servicios urbanos.

## 6. Casos de uso habituales

El simple concepto de dotar de conectividad a un objeto es lo suficientemente amplio como para abrir las puertas a infinitas posibilidades de uso. El IoT es consecuencia del abaratamiento de hardware cada vez más potente, de la generalización de los servicios *cloud* y la ubicuidad de las redes de acceso. Por este motivo su aplicación es variada y su evolución es muy distinta en función del caso de uso.

Dentro del mundo del IoT se habla de “verticales”, los que se podrían definir como islas aplicativas en áreas comunes en las que puede haber, en muchos casos, similitudes tecnológicas importantes.

En este informe se analizarán los casos de uso considerados más importantes por su relevancia, mayor potencial de crecimiento, valor añadido y ROI estimado.

### 6.1. Ciudades inteligentes

Tal y como define el Grupo Técnico de Normalización 178 de AENOR (AENOR, 2015), una ciudad inteligente (*Smart City*) es la visión holística de una ciudad que aplica las TIC para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades, de forma eficiente en calidad y costes, ofreciendo datos abiertos, soluciones y servicios orientados a los ciudadanos como personas, para resolver los efectos del crecimiento de las ciudades, en ámbitos públicos y privados, a través de la integración innovadora de infraestructuras con sistemas de gestión inteligente.



Para lograr que esta premisa llegue a ser una realidad, la participación del IoT se convierte en imprescindible, ya que gracias a él podrá dotarse de “sentidos” a la ciudad. Así se habilitará adquirir nuevos datos, actuar de forma remota e inmediata y permitir al ciudadano y a las administraciones su participación.

Aplicaciones como la sensórica medioambiental, la eficiencia energética, la iluminación inteligente, el tráfico inteligente, la gestión de residuos urbanos, las aplicaciones de promoción del comercio o la movilidad urbana inteligente son ejemplos en los que objetos conectados, *cloud* o plataformas IoT, estrategias de *big data* y aplicaciones IoT se revelan necesarias para su éxito.

## 6.2. Electrónica de consumo

Aunque se trata de un área muy variada en cuanto a dispositivos, el IoT está afectando a este sector de una forma radical mediante la mejora de los dispositivos existentes, la creación de nuevas aplicaciones en los mismos y la aparición de un nuevo rango de aparatos, los denominados *wearables* (dispositivos que llevamos encima).

De esta forma dando conectividad a dispositivos del día a día, que pueden ir desde un cepillo de dientes hasta una tostadora, se consigue dar un valor añadido a los mismos tras un análisis de los datos que puedan recolectar. Por ejemplo, se podrá saber si la higiene dental es correcta o ayudar a entender mejor cómo es la alimentación del usuario.

## 6.3. Domótica y Hogar conectado

El control inteligente del hogar es un sector con una tradición mayor que el propio IoT, si bien con su aparición y el desarrollo de estándares y arquitecturas asociadas, la domótica ha encontrado un marco mucho más homogeneizado en el que desarrollarse y poder disponer de objetos fácilmente conectables y configurables.

De hecho, ha sido este sector el que ha provocado las primeras grandes adquisiciones dentro del mercado del IoT. Por un lado Google adquirió Nest, una empresa que había desarrollado un termostato y un detector de humos inteligentes y conectados, y Samsung adquirió Smart Things, que propone una solución conjunta y multiprotocolo para el control de todos los dispositivos del hogar. Tanto Nest como Smart Things son dos empresas de gran actividad en consorcios y alianzas para la estandarización del IoT, como puede ser Thread, centrado en el hogar conectado. Su campo de acción en el hogar y el peso de las empresas promotoras en esta área del sector hacen que su visibilidad sea importante en los medios.

## 6.4. Industria

Estando el informe dedicado a la incorporación del IoT en la Industria 4.0, hace suponer que este sector será uno de los directamente implicados en el desarrollo del IoT. Pero se debe ver que el industrial es un sector en el que los sistemas conectados vienen siendo usados desde hace décadas, en su mayoría sobre férreos protocolos gestionados por consorcios liderados por los grandes actores.



La irrupción del IoT tiene como objetivo conseguir una apertura en la conectividad, llevar los datos y la decisión al *cloud*, usar el *big data* en el análisis y toma de decisiones y habilitar la creación rápida y dinámica de aplicaciones que permitan traer alto valor añadido.

## 6.5. Salud

El sector de la salud es uno de los más beneficiados por el rápido desarrollo del IoT ya que está permitiendo la rápida introducción de dispositivos conectados de bajo coste que habilitan un seguimiento más detallado y pormenorizado del paciente. Ya sea por la instalación de sensores en los pacientes, sistemas de dosificación de medicamentos, sistemas de seguimiento de medicación, sistemas de ayuda en el hogar y fuera del mismo, el IoT abre un campo inmenso para dar ubicuidad a la salud, plantear nuevos usos y aplicaciones sobre la misma y no confinarla únicamente a los centros sanitarios.

## 6.6. Metering y eficiencia energética

Un área en el que la presencia del IoT también se está revelando como fundamental es la del *metering* (medida de consumos) en sectores como el agua, la electricidad o el gas. Es indudable que existe una gran necesidad de soluciones sencillas y de disponer de estándares que garanticen la interoperabilidad y eviten la creación de silos causados por la implantación de soluciones propietarias.

Derivado del *metering*, la eficiencia energética también está teniendo un alto empuje dentro del IoT. Su uso permite un análisis continuo, abierto e integrado, ya sea en edificios, hogares, alumbrado u otros ámbitos.

El IoT también habilita en estos casos el desarrollo de aplicaciones transversales que permiten optimizar consumos, detectar fallos, mejorar redes, etc.

## 6.7. Agricultura, ganadería, cuidado vegetal y cuidado animal

Los sectores en relación con el mundo animal y vegetal son otros grandes beneficiados del despegue del IoT. La sensorización y la actuación remota son fundamentales en agricultura para lograr resultados de alta precisión. El *tracking* o seguimiento animal mediante una combinación de GPS, sensores y conectividad da pie a aplicaciones de muy alto valor para la ganadería. En el entorno local, ya sea en el hogar o en las ciudades, el cuidado vegetal de jardines públicos y particulares así como el seguimiento de mascotas son dos áreas de gran crecimiento para el IoT.

## 6.8. Turismo

La aplicación de las TIC está causando una auténtica revolución e innovación en el mundo del turismo. El auge de las plataformas colaborativas y de opinión está siendo el motor de las nuevas tecnologías dentro del sector, pero la incorporación del IoT al turismo es aún un campo por explorar en todas sus facetas.



Dispositivos que permitan interactuar con el turista, ya sea con su dispositivo móvil o de forma sensorial, objetos conectados en hostelería y ocio o servicios de movilidad gestionados, son ejemplos en los que el IoT puede ser aplicado dentro del sector para mejorar la experiencia de todos sus actores, especialmente el del usuario final.

## 6.9. Otros sectores

Finalmente destacar la ventana de oportunidad para la incorporación del IoT en otros sectores de nuestra economía, como los casos de uso para el control de flotas, el seguimiento de mensajería y bienes *sensorizables*, la prevención de incendios, etc., que estarían también directamente afectados por el crecimiento del IoT.

# 7. El mercado del Internet de las Cosas en España

## 7.1. Orígenes del IoT en España

España es un país que ha sabido posicionarse bien dentro del sector del IoT durante los primeros años de su desarrollo, incluso antes de que existiese el término en sí. Ya sea con la participación de entidades docentes e investigadoras o mediante iniciativa empresarial, el papel de España ha sido clave en el arranque del sector, si bien en los últimos tiempos la tracción del mercado ha basculado hacia otros países como EEUU, Reino Unido, Alemania o Francia, en donde se ha sabido dar un empuje mayor al emprendimiento. Resulta por tanto interesante hacer un resumen que nos haga ver cómo ha conseguido España alcanzar esta posición dentro del IoT y cuáles son las bases sobre las que se ha de apalancar y avanzar para poder mantenerse dentro del grupo de cabeza.

Para este informe, se considerará el periodo 2005-2015 como el de gestación, creación y crecimiento inicial de este sector. Antes del IoT siempre se ha hablado, tanto en entornos de investigación como empresariales, del WSN (Redes de sensores inalámbricos) y del M2M (comunicaciones máquina a máquina). Estos dos términos, aunque son diferenciables del IoT, han sido la base sobre la que el sector se ha sustentado y evolucionado. Ahora están casi en desuso, pero resulta conveniente tenerlos en cuenta.

Hace ya más de diez años desde que se empezaron a realizar las primeras actividades relacionadas con WSN en universidades y centros de investigación en España de forma notable. Estas estuvieron principalmente basadas en trabajos experimentales con nodos de radio de baja capacidad y bajo consumo existente en la época, como por ejemplo el *TelosB* y dispositivos similares. La aparición en 2005 de la plataforma de prototipado hardware *Arduino* también ayudó significativamente al crecimiento de estas actividades, provocando en casos puntuales la aparición de nuevos modelos de negocio y la transferencia hacia una actividad empresarial.

Financiada por fondos de investigación europeos, nacionales y regionales, la actividad estos primeros años fue mayoritariamente académica, aunque la parte empresarial también empezó a gestarse y a ganar peso. Fueron claves para este crecimiento el aumento de demanda de soluciones basadas en módems conectados de control remoto y *sensorizado* de instalaciones. Esto dio un empuje importante al movi-



miento WSN/M2M, si bien en su mayoría se trataban de soluciones propietarias y cerradas, desarrolladas en muchos casos por ingenierías clásicas del área electrónica.

Los programas marco de la UE resultaron fundamentales no solo para la actividad académica, sino también para que otros actores como ciudades, instalaciones sanitarias, empresas de transporte o industria en general, entrasen en la actividad relacionada con el WSN y el M2M.

Al mismo tiempo, desde 2005 se constata la aparición de pequeñas empresas que se podrían encajar en lo que más tarde se denominaría IoT. Muchas de estas empresas surgieron de una semilla universitaria, si bien su evolución ha sido en la mayoría de los casos separada. Empresas como por ejemplo Worldensing, Urbiótica, Libelium, TST, Zolertia y otras se crearon en ese periodo e incluso antes de que el término IoT fuese de uso común. Cabe destacar que la mayor parte de estas empresas se dedican a la fabricación de objetos conectados, con lo que la entrada dentro del mundo de las plataformas IoT ha sido posterior, tanto en España como en el resto del mundo.

Otras empresas creadas o existentes en esa época tienen actualmente una actividad dentro del sector del IoT, si bien su participación en el sector en aquella época no fue notable. De esta forma se ha de tener en cuenta que además de la creación de nueva actividad, también existe una tasa importante de reorientación hacia el negocio IoT dentro de empresas que pueden ir desde la ingeniería hardware y software clásicas hasta el diseño industrial o la consultoría.

Alrededor de 2010, y favorecido principalmente por el uso de fondos de financiación europeos, empezó a constatarse un auge por las ciudades inteligentes en España que conlleva al nacimiento de la RECI (Red de Ciudades Inteligentes Española). Este movimiento despertó el interés de las grandes empresas por este nuevo sector en el cual aún estaban lejos de estar posicionadas.

Desde el punto de vista de las pequeñas empresas, se vio surgir un nuevo tipo de industria relacionada con el IoT pero no focalizada en los objetos conectados, sino en las plataformas IoT sobre el *cloud*. Así pues nacieron nombres como Carriots, thethings.io, M2M Cloud Factory o Lhings e iniciativas similares en grandes empresas como Telefónica, Indra, IBM, Abertis Telecom (actualmente Cellnex Telecom), etc.

Destacar también de las grandes empresas españolas algunos movimientos importantes dentro del desarrollo del IoT a nivel internacional. Podemos destacar por ejemplo el liderazgo de Telefónica en la plataforma europea FI-WARE o la apuesta pionera de Cellnex Telecom por el despliegue de la novedosa red IoT Sigfox de la mano de Securitas Direct.

El sector del IoT español cuenta con buena reputación internacional, mercado el cual está siendo el principal foco de facturación de muchas de sus empresas. Aun así se observa un ritmo menor que en otros países en la creación de nuevas empresas de un sector en plena ebullición a nivel mundial.

## 7.2. El mercado español

Como se ha comentado, el mercado español del IoT surgió inicialmente con gran fuerza en el área de desarrollo de objetos conectados, derivado en muchos casos de la actividad realizada en labores académicas



y de investigación y debido a la demanda inicial de sensórica programable. Tras esta primera oleada de empresas, en los últimos años el sector en España ha visto aparecer empresas más enfocadas en el área de las plataformas IoT sobre el *cloud*, hecho más acorde con la tradición TIC de nuestro país en el que el software ha tenido siempre un peso más importante que el hardware.

Durante los últimos años, apoyados por la popularización del sector IoT, las grandes empresas tecnológicas están ya apostando fuertemente. En algunos casos se están creando aceleradoras de proyectos dedicados al IoT o con gran peso en este sector. Las empresas ya existentes han centrado sus áreas de actuación de una forma más clara en determinados verticales y la aparición de nuevas figuras relacionadas con la asesoría, consultoría y seguimiento de proyectos relacionados con el IoT está creciendo.

La reputación internacional de España en el sector del IoT es notoria y cuenta con empresas que son referencia a nivel mundial. Grandes proyectos de investigación europeos se han ejecutado en nuestro territorio contando con miembros de distintos países, nuevas redes de comunicación se han probado y madurado en nuestro territorio y las operadoras y grandes empresas apuestan ya fuerte por el sector. Sin embargo, existe un sentimiento general de falta de creación de marcos comunes que favorezcan el surgir de un ecosistema IoT que promueva una mayor cooperación ente las grandes y pequeñas empresas del sector y que sienta las bases de un despegue e internacionalización del sector.

Tal y como se detallará posteriormente, es difícil dimensionar el tamaño del mercado español del IoT en cuanto a número de empresas, facturación y tasa de crecimiento debido a que no se trata de un sector claramente identificado en cuanto a epígrafe y verticales que cubre.

### 7.3. Los actores principales en el mercado del IoT español

Habiéndose introducido las áreas en las que se puede identificar a los distintos actores del IoT nacional, a continuación se detallará el rol jugado y por jugar de cada uno de ellos en el objetivo común de posicionar a España como marca referente en el sector IoT y de asentar la existencia de un ecosistema nacional real.

#### 7.3.1. Operadores

En lo relativo al IoT, el papel de los operadores en España ha sido históricamente el de la adaptación de sus servicios ofertados de datos al sector. Identificando inicialmente el potencial existente en los contratos M2M para la comunicación entre dispositivos en entorno industrial, esto es, la venta de SIMs, no hubo ningún seguimiento especial en el desarrollo del sector como tal, más allá de la puntual participación en proyectos de investigación al respecto de alguna de sus divisiones de I+D+i.

Fue precisamente en el entorno de estos proyectos y su relación con el despegue de las *Smart Cities* o ciudades inteligentes que los operadores empezaron a poner su foco en el sector y ver su potencialidad de crecimiento.

Salvo casos puntuales de desarrollo de hardware, como por ejemplo el de *Thinking Things* de Telefónica I+D, el peso de los operadores ha recaído mayoritariamente en la comercialización de conectividad y en menor parte en el ofrecimiento de servicios de *cloud* y plataforma IoT. En España, Telefónica desarrolló





un enfoque nuevo a su tradicional plataforma de recolección de datos siendo la semilla de la plataforma FI-WARE en consorcio con otras empresas e instituciones europeas y con financiación de la UE. Otros operadores han ido también más allá de la simple comercialización de conectividad, que sigue siendo su núcleo de negocio, y han establecido alianzas con distintas plataformas IoT y proveedores de objetos conectados para comercializar soluciones en el sector.

Los últimos movimientos de los operadores en España se centran en áreas como la creación de aceleradoras de *startups* IoT, la inclusión en su oferta de servicios IoT reales y la preparación para futuras redes de comunicaciones dedicadas al IoT, ya sean propietarias o en el entorno de la estandarización 4G y 5G.

Como casos especiales en España no podemos olvidar a los operadores WiFi y el papel que han podido tener en dotar conectividad inicial en determinados puntos de las ciudades o lugares como estaciones o aeropuertos como es el caso de Kubi Wireless y actualmente Eurona, concesionaria de infinidad de lugares públicos a nivel nacional. Si bien su involucración con el IoT no es directa, facilitan el uso de teléfonos inteligentes y tabletas, fundamentales en muchas aplicaciones.

Finalmente destacar el despliegue de nuevas redes IoT en el país. Tanto de forma experimental como operativa España ha sido pionera en la instalación de nuevas infraestructuras. Se puede hablar de la instalación pionera de ciertas redes fijas a nivel urbano, como por ejemplo la de *metering* de Aguas de Valencia, que cuenta con 600.000 contadores conectados con arquitecturas propietarias, o la de varios miles de puntos de medida y comunicación en la *Smart City* de Santander, una de las primeras en Europa de tal tamaño basada en tecnologías de radio de baja potencia y usando distintos protocolos de red. Destacar igualmente innovadores despliegues comerciales de nuevas redes IoT, como el caso ya mencionado de Cellnex con Sigfox en España para Securitas Direct.

### 7.3.2. Industria

La industria española ha seguido la estela de la actividad TIC de los países desarrollados, tanto en despliegue de redes, uso de aplicaciones y sistemas de automatización, sensorización y actuación. La voz cantante en esta área la han llevado tradicionalmente países como Alemania o EEUU, en el que grandes consorcios y alianzas liderados por los grandes nombres del sector han promovido estándares y arquitecturas de comunicación. El papel de España ha sido tradicionalmente de consumidor y, en casos puntuales, creador de soluciones compatibles. Hay algunas excepciones con ciertos protocolos propios nacionales, normalmente reflejados como normas UNE, pero no se identifica una industria tractora en este sentido.

La llegada del IoT y el paradigma de Industria 4.0 abren nuevas puertas para la adopción de estándares abiertos, conectividad a la nube y uso de estrategias *big data*. Incluso contando con soluciones de terceros, se abre la posibilidad de desarrollo de aplicaciones de alto valor añadido pilotadas por la propia industria española o de la creación de nuevos objetos conectados y plataformas compatibles con los estándares abiertos, lo cual abre puertas a la participación de Pymes y *startups* tecnológicas en el proceso.

La concienciación del sector industrial y establecer vías de cooperación con el del IoT son puntos claves para fortalecer a España en este mercado.



### 7.3.3. Administración

El posicionamiento más claro de las administraciones en el mundo del IoT ha sido el de su involucración dentro de las actividades relacionadas con las ciudades inteligentes. Su predisposición ha permitido la creación de despliegues partiendo de distintas fuentes de financiación. Estas instalaciones están permitiendo experimentar nuevos servicios basados en el IoT y en algunos casos llegar a ofrecer un servicio real de valor añadido al ciudadano, si bien es este punto en el que aún se debe de trabajar de forma conjunta con la sociedad e ir más allá de la pura experimentación.

Distintas comisiones hacen seguimiento de estas actividades para la normalización de estas ciudades inteligentes, si bien tienen una amplia labor por delante.

Otra línea en la que la administración ha sido clave para el desarrollo del ecosistema del IoT es el de la financiación de proyectos de investigación y desarrollo que han ayudado en ciertos casos a asentarse a empresas del sector en determinados verticales. El ámbito de mejora de este tipo de financiación es la necesidad de seguimiento posterior y el alineamiento efectivo con el ecosistema del IoT, el cual aún requiere de trabajo para su identificación y asentamiento.

### 7.3.4. Usuarios

El IoT es un nuevo paradigma tecnológico que llega en un momento en el que su adopción debe “acoplarse” a los usuarios. El rol de los mismos frente a la tecnología ha evolucionado de forma importante el último siglo y de forma radical las últimas décadas. Cuando apareció el teléfono como nuevo medio de comunicación a distancia, su adopción y uso universal duró varias décadas. Los ordenadores personales se popularizaron y adoptaron en poco más de una década. Los teléfonos inteligentes se convirtieron como imprescindibles en unos pocos años y además España es, en proporción a su población, uno de los mayores consumidores a nivel global. El usuario hoy en día decide qué servicios tecnológicos usar y los configura a su gusto y necesidades. Tanto en consumo de contenidos digitales, mensajería, voz u ocio, las fronteras que definen los servicios son prácticamente inexistentes y el usuario es el demandante en la tecnología.

La llegada del IoT abre nuevas fronteras al usuario y permite la creación de nuevos servicios y aplicaciones fuera del alcance del mismo hasta hace muy poco. El usuario encuentra en el IoT las bases para la creación de nuevas comunidades inteligentes, la mejora de la eficiencia energética en su ciudad, la mejora de la vida de cada día en su hogar y en su trabajo o el disfrutar más de su tiempo de ocio.

Y no han de olvidarse los millones de turistas que nos visitan cada año, usuarios también avanzados a los cuales el IoT puede abrir infinitas posibilidades en su visita a España y para las cuales las empresas españolas han de estar preparadas para ofrecer servicios y aplicaciones innovadoras.

Por tanto, el IoT deberá llegar a la vida de los ciudadanos de una forma imperceptible, pero consiguiendo un valor añadido que lo haga fundamental para la mejora del día a día y que ayude al asentamiento del sector del IoT en España como tren de generación de empleo y buenos resultados empresariales.



### 7.3.5. Puntos de encuentro entre los distintos actores del IoT en España

El interés común que el IoT puede despertar entre los distintos actores descritos puede estar causado por distintos motivos, pudiendo estos estar interrelacionados entre sí. Se ha destacado los puntos positivos que puede aportar este sector tecnológico, si bien se deben de dar unas circunstancias iniciales que permitan al sector progresar con éxito en España.

Los actores tractores en este escenario son los dos consumidores finales, esto es, los usuarios y la industria. El éxito de la adopción por ambos estará motivado por factores con determinados puntos en común y otros opuestos.

- En el caso de los **usuarios** del IoT en España, la adopción tecnológica será una combinación de características técnicas y de, sobre todo, precio. En esta faceta la industria, como productora y no como consumidora, es clave que sea altamente competitiva y ofrezca una experiencia de usuario de alta calidad.
- En el caso de la **industria**, la motivación va a venir motivada por la capacidad de mejora de procesos y un ROI adecuado de los sistemas instalados. Con esto, el precio es importante, pero lo es más la utilidad y la adecuación con la industria a la que se aplica y el margen de beneficio de la misma.

Para poder satisfacer las expectativas de industria (consumidora) y usuarios, los operadores, administración y la misma industria (productora) deben de adecuarse a las necesidades de un mercado de requerimientos innovadores:

- Los **operadores** deberán proporcionar servicios de conectividad de características y precios adecuados a usuarios e industria. Una política de precios no agresiva puede lastrar un negocio en donde es clave el alto volumen y el coste controlado de los sistemas, bajo para usuarios y amortizable para la industria.
- La **administración** deberá establecer los mecanismos adecuados que habiliten una adopción a ritmo adecuado, una regulación de telecomunicaciones que fomente la conectividad acorde y los incentivos adecuados para que la industria apueste por este nuevo mercado, tanto como consumidor como productor.
- Finalmente la **industria**, como productora de tecnología, habrá de ofrecer un catálogo de productos que permitan:
  - Al usuario disponer de precios competitivos, para lo cual debe de acudir a grandes volúmenes que el mercado español puede tener problemas bien para producir o para llegar a la demanda necesaria. En este caso es clave una adecuada estrategia de internacionalización, tanto para colocar el producto como para producirlo si fuese necesario.
  - A la industria una recuperación de la inversión y una amortización adecuada al mismo tiempo que existe una mejora cuantificada de los procesos. Para poder obtener esto es clave el estudio con el cliente de su modelo de negocio para ofrecer una oferta con una estructura de costes asumible.
  - Tanto a usuarios como a industria, deberá ofrecerse una experiencia de usuario adecuada, por lo que es clave la producción de software, hardware y diseño de calidad y adaptado a la aplicación. La industria productora deberá atesorar el talento adecuado o identificarlo exteriormente.



#### 7.4. El ecosistema de fabricantes de dispositivos. ¿Cómo se ha generado esta industria?

Aunque España no es un país con un peso importante en comparación a otros estados en lo que a empresas de diseño hardware se refiere, dentro del ámbito del IoT fue este sector, fabricantes de objetos conectados, en el que surgió inicialmente y ha dado una presencia inicial importante al país dentro del panorama mundial del IoT durante varios años.

Como ya se comentó, la semilla de este ecosistema parte inicialmente de actividades realizadas en universidades y centros de investigación dentro de los estudios relacionados con las WSN. Principalmente basándose en diseños de dispositivos disponibles en el mercado de mayor o menor complejidad, estas empresas se lanzaron a la creación de sus propias plataformas, en algunos casos compatibles con sistemas operativos o plataformas del mercado como *TinyOS*, *Contiki* o *Arduino*, en otros innovando con la adopción de nuevas soluciones de microprocesadores disponibles en el mercado.

En ambos casos se han dado dos aproximaciones a la hora de crear la oferta de dispositivos y plataformas: plataformas horizontales, de aplicación diversa y plataformas verticales, creadas específicamente para un caso de uso determinado.

- Las **plataformas horizontales** han permitido a ciertas empresas ofrecer soluciones versátiles y que permiten de forma rápida la creación de nuevas aplicaciones y casos de uso. Su uso en I+D también ha sido clave y ha tenido un impacto importante en el sector, más por prestigio tecnológico que por negocio real creado. Dentro de esta área, destacan empresas como Zolertia, panStamp, TST, Libelium, etc.
- Las **plataformas verticales** han permitido cubrir la necesidad de soluciones optimizadas en eficiencia y precio. Y son varias empresas las que han introducido sus soluciones IoT en verticales muy específicos como la gestión de aparcamientos, residuos, estructuras, eficiencia energética, contadores, etc. Dentro de esta área, destacan empresas como Worldsensing, Urbiótica, TST, Adevice, etc.

#### 7.5. El ecosistema de desarrolladores de aplicaciones y sistemas. ¿Quiénes son, de dónde vienen y a dónde van?

En el sector de las TIC, España es un país tradicionalmente ligado al desarrollo software siendo una de las razones por las cuales en cuanto se ha popularizado el IoT y se ha comprendido su potencial, han surgido múltiples empresas que han entrado de lleno en el área de las plataformas sobre el *cloud*. Aparecidas más tarde que las primeras empresas desarrolladoras de objetos conectados, su labor se está viendo más reforzada en estos últimos tiempos gracias a la mayor visibilidad de sus soluciones y en ciertos casos están consiguiendo captación de fondos que las está permitiendo crecer y tener planes ambiciosos de expansión.

No todas estas plataformas tienen la misma aproximación a la hora de recuperar datos, tratarlos y ofrecer entornos aplicativos, pero en global están creciendo hacia modelos en los que puedan integrar cualquier conectividad, interactuar con cualquier otro cloud o plataforma y ser capaces cada vez más de ofrecer soluciones completas, con parte aplicativa incluida.



Dentro de esta área del IoT encontramos empresas de tamaño pequeño o medio como Carriots, M2M Cloud Factory, thethings.io, Nexmachina, Bzt o Lhings, grandes actores del mercado como Telefónica, Cellnex Telecom, Indra, Tecnalía, Vodafone o IBM y colaboraciones público privadas como la plataforma Sentilo, auspiciada por el Ayuntamiento de Barcelona.

La adopción de estándares abiertos y la interoperación con otras soluciones está abriendo el mercado mundial a estas empresas, que están haciendo crecer su portfolio de soluciones completas e integración con ecosistemas de equipos conectados.

## 7.6. Las Tecnologías IoT y los nuevos movimientos urbanos y empresariales en España

Como tecnología disruptiva y con gran potencial de crecimiento, el IoT ha acaparado la atención no solo del mundo empresarial y financiero, sino también de la sociedad desde distintos niveles. Ayudado por una democratización tecnológica en la que el acceso a plataformas de desarrollo está al alcance de todos, la barrera de entrada al IoT, aunque sólo sea a nivel conceptual o de prueba, ha desaparecido.

Particulares, emprendedores, asociaciones, empresas, administraciones o venture capitals han entendido la potencialidad del IoT y sus altas expectativas de futuro y se han involucrado a su desarrollo o difusión de diferentes maneras mediante nuevos movimientos sociales.

### 7.6.1. El movimiento maker y el IoT

De la misma forma que hace décadas se popularizó el término anglosajón *hobby* para englobar las aficiones semi-profesionales de muchos a la hora de reflejar su afición por diseñar, construir, coleccionar o crear en sus ratos libres, estos últimos tiempos han sido testigos de la aparición de un nuevo movimiento, el de los *makers*, que combina *hobby*, tecnología y comunidad. Los *makers* centran sus desarrollos principalmente en la electrónica, con una importante presencia del IoT para la conectividad de los objetos que crean, y en los materiales, con la impresión 3D como otra de sus temáticas principales.

Los *makers* son el resultado de varias disrupciones tecnológicas y sociales importantes:

- La aparición del **open hardware** y la popularización del **open software**, permitiendo de esta forma poder hacer desarrollos hardware y software que hace tan sólo unas décadas suponían miles de euros de inversión.
- Aparición de un **ecosistema maker** de espacios, comercios, competiciones, etc.
  - La adquisición de productos de desarrollo, materiales electrónicos o completa documentación para trabajar se ha convertido en algo habitual gracias a la aparición de comercios electrónicos como Adafruit o Sparkfun en EEUU, con réplicas en España como Bricogeek o Cooking Hacks.
  - Los *makers* encuentran su lugar de reunión, desarrollo y compartición de ideas en lugares como *makespaces* o *fablabs*, ya presentes en muchas ciudades españolas y con una actividad notable. Un ejemplo de compartición de ideas e información es el interesante Manual de Supervivencia Maker del Makespace Madrid.



- El ecosistema *maker* suele encontrarse fuera de sus propios *makespaces* o *fablabs* alrededor de los denominados *hackathons*, maratonianos encuentros en los que se hacen nuevos desarrollos en equipo alrededor de una temática o de una tecnología, normalmente relacionada con los sponsors del evento.

En España la actividad de *fablabs* y *makespaces* está diseminada, aunque las mayores actividades se encuentran alrededor de Madrid (*Makespace Madrid* y varios *Fablab*) y Barcelona (varios *Fablab*). También se encuentran *fablabs* en País Vasco, Comunidad Valenciana, Cantabria, Canarias, Castilla y León, Cataluña (fuera de la provincia de Barcelona) y Andalucía.

La potencialidad del movimiento *maker* ha sido entendida por la industria de Tecnologías IoT, y la inversión en plataformas de desarrollo, documentación, eventos de desarrollo y *hackathons*, comunicación y asignación de personal propio ha crecido de forma exponencial en los últimos años. No queda clara la rentabilidad de adopción de una tecnología por un movimiento como el *maker*, pero la publicidad y comunicación asociada y la posibilidad de encontrar talento o motivar a emprendedores son dos factores muy valiosos. En España el ejemplo más destacado de esta alianza empresa-makers lo representa la empresa BQ, que apuesta decididamente en su línea de impresoras 3D y robots educativos, además de contar con un laboratorio de espíritu *maker* dentro de su propia empresa.

### 7.6.2. Los Meetups y otros encuentros de divulgación IoT

Aunque los eventos divulgativos alrededor del IoT son innumerables, hasta hace pocos años su existencia era marginal. Podemos considerar como punto de partida de referencia el de los *Meetups* acerca del IoT. Convocados a través de la web [meetup.com](http://meetup.com), desde 2011 existe un evento de referencia de la comunidad IoT que hoy en día cuenta con ediciones en infinidad de ciudades alrededor del mundo.

Partiendo de la actividad del IoT London, creado por Alexandra Deschamps-Sonsino, el evento cuenta hoy en día con réplicas en las principales ciudades y hubs tecnológicos y ya cuenta con varias localidades españolas adscritas. La pionera y con una actividad más importante es la del IoT Barcelona, organizada por Marc Pous de [thethings.io](http://thethings.io), que partiendo de esta actividad ha promovido la creación de distintos eventos IoT en la ciudad condal (IoT Stars o IoT Shifts por ejemplo). Otras ciudades en las que se realiza este *Meetup* son Madrid, Santander o Bilbao.

Pero no todo se centra en los *Meetups* y son infinidad los eventos organizados alrededor del IoT en España: ferias tecnológicas, eventos de divulgación, congresos, etc. Destacar eventos como el 4YFN del MWC (Mobile World Congress), Vivir en un mar de datos de la Fundación Telefónica, etc. Esta última iniciativa está moderada por la periodista y divulgadora Soraya Paniagua, que realiza un valioso trabajo dando testimonio del fascinante momento tecnológico que vivimos en España.

### 7.6.3. Aceleradoras y emprendedores IoT

El auge de Tecnologías IoT junto a la creación de distintos movimientos sociales y divulgativos al respecto ha tenido un efecto catalizador en la aparición de un interés innovador y de emprendimiento. El fácil acceso a las Tecnologías IoT, al menos en lo que a prototipado de las mismas se refiere, ha permitido validar



de forma muy sencilla infinidad de nuevas ideas que se han convertido en semilla para el desarrollo de nueva actividad empresarial.

Ante un panorama tan atractivo de emprendimiento e innovación, las principales empresas tecnológicas y distintos *venture capitals*, asociados o no a las mismas, han puesto sus ojos en estos movimientos con la creación de nuevos vehículos de inversión y aceleradoras de nuevos proyectos IoT.

En el capítulo cuarto de este informe entraremos en mayor profundidad en ámbito de las aceleradoras y los *venture capitals* que focalizan su actividad en las Tecnologías IoT.

### 7.7. Estudio de los principales casos de uso y mercados verticales en España

La introducción del sector en España ha de considerar en detalle los distintos mercados verticales de aplicación. A pesar de la breve historia del sector, el IoT ya tiene un recorrido importante en el mercado mundial. Las áreas de mercado en las que puede entrar directamente tras una mera adaptación de las soluciones existentes en el mercado son abundantes.

Una selección de los mismos, muy en línea con lo ya introducido, podría resumirse en:

#### 7.7.1. Metering y telecontrol

Toda el área de teledistribución y actuación en áreas de electricidad, agua y gas es un inmenso mercado en el que la contienda referente al IoT aún está abierta y existe aún recorrido. A pesar de existir soluciones conectadas para su implementación, los fabricantes del sector ofertan sistemas que derivan en silos aislados, raramente siguiendo estándares abiertos, o si se siguen, solo se hace en una parte del tramo de comunicación.

La industria española tiene una importante oportunidad de posicionarse al respecto en esta área en el que aún existen grandes oportunidades de mercado para soluciones competitivas a la vez que abiertas.

#### 7.7.2. Hogar conectado

Habiendo sido un mercado en el que el IoT ha tenido una gran entrada gracias a actuaciones como la de Securitas Direct con la integración de la red Sigfox en sus sistemas de forma masiva, el hogar conectado está aún por desarrollar su gran potencial. Este deberá llegar de mano de los fabricantes de electrónica de hogar y desde las operadoras, con implicación a todos los hogares con sus módems y routers de acceso a los que se irá equipando paulatinamente de la conectividad compatible con estándares de la industria IoT.

La industria española y los operadores deberán hacer el esfuerzo para poder ir de la mano en este proceso y ayudar a la consolidación del sector ante una fuerte competencia extranjera.



### 7.7.3. Eficiencia energética y control lumínico

El modelo ESCO y similares, se han establecido como la base de renovación en áreas tales como el consumo eléctrico y optimización lumínica. La simple renovación del parque de luminarias y actuaciones de renovación de edificios son solo la base de todas las mejoras que se pueden alcanzar tras un uso adecuado del IoT. Posibilidad de regulación y monitorización de consumo, detección de demanda, corrección de temporizaciones, identificación de fallos son algunas de las áreas en las que el mercado necesitará cada vez más soluciones eficientes en precio y abiertas en protocolos. La industria española deberá estar atenta a estos nuevos retos y deberá formar las alianzas tecnológicas necesarias y reaccionar de forma rápida a los retos planteados desde las administraciones y el resto de la industria.

### 7.7.4. Gestión de residuos

Más allá de la sensorización de camiones, contenedores, papeleras o personal asociado, tecnologías todas en las que el IoT es clave, la gestión de residuos es un área en el que las capacidades asociadas a la inteligencia de negocio usado en la parte aplicativa son claves. España está generando cerca de 25 millones de toneladas de residuos urbanos al año (Ministerio de Agricultura, 2013) que se separan por tipología (vidrio, plástico, papel, etc.) con distintos grados de error y se recogen con niveles de llenado por debajo de mínimos rentables. Para evitar estas situaciones el Plan nacional integrado para residuos (2008-2015) (Ministerio de medio ambiente, 2009) establece como objetivo:

*La consolidación de los programas de I+D+i aplicados a los diferentes aspectos de la gestión de los residuos, incluyendo análisis de la eficiencia de los sistemas de recogida, optimización de los tratamientos y evaluación integrada de los procesos completos de gestión, desde la generación hasta la eliminación.*

En un mercado tecnológico que puede valorarse en costes de 2 a 3€ por ciudadano/año en tecnología, esto es, un volumen de hasta 100 a 150 M€/año, entran en juego la aplicación de optimización de rutas, determinación de comportamientos, detección de anomalías, evitar patrullados y recogidas selectivas no necesarias, etc. en resumen y cualquier acción que permita una reducción de costes significativo.

La industria española deberá identificar un modelo de negocio sostenible para cubrir estos nuevos retos en lo que a gestión de residuos se refiere y deberá formar las alianzas tecnológicas necesarias y reaccionar de forma rápida a los retos planteados desde las administraciones y la industria responsable de las contratas.

### 7.7.5. Gestión de tráfico y aparcamiento

Uno de los mayores problemas de las ciudades es el tráfico motorizado. En las primeras iniciativas de ciudades inteligentes la gestión de aparcamiento y el control de tráfico ha sido siempre una de las áreas prioritarias. Si bien ya existen soluciones en el mercado, este está aún por explotar en cuanto a volumen de uso y en varias de las áreas, como el conteo de vehículos o la contaminación asociada, el mercado puede tener una demanda importante de dispositivos más competitivos en precio y con un enfoque IoT más abierto que los actuales.





### 7.7.6. Sensorizado medioambiental

Ya sea en ciudades, entornos rurales, industria, mar, etc, la sensorización medioambiental es un mercado de grandes proporciones con una demanda importante al volumen en bajo coste y apertura de protocolos alineado con las bases del IoT.

Yendo más allá de la pura monitorización ambiental de nuestro entorno, España es un país con gran riesgo de desertificación. Soluciones completas de uso de agua, estado de acuíferos y cuencas, estado de suelo, etc son necesarias para evitar este riesgo. El IoT puede proporcionar soluciones que combinadas pueden crear un modelo de negocio para poder ayudar a frenar este problema.

### 7.7.7. Control industrial

La digitalización de procesos industriales es un hecho desde hace ya varias décadas. Los sistemas de automatización y conectividad están basados en protocolos aceptados en el entorno industrial, pero con una configuración de silos independientes dentro de cada empresa, y en caso de disponer de interconectividad, esta es prácticamente inexistente o muy difícil de implementar entre fabricantes.

El IoT viene a jugar un papel muy importante en el control industrial y de hecho es una de las bases de la Industria 4.0. Apertura de protocolos, conectividad a la nube, plataformas IoT interoperables, metodologías de *big data* e interfaces estándar para la creación de aplicaciones.

La actividad relativa al internet industrial está siendo liderada por las grandes empresas del sector, si bien el posicionamiento aún queda abierto y la democratización de acceso que el IoT ofrece, puede dar oportunidad a las nuevas empresas tecnológicas, capaces de dar soluciones más optimizadas en coste y con una mayor reactividad en soporte.

### 7.7.8. Electrónica de consumo y wearables

Si bien la electrónica de consumo es un ámbito tradicional de los grandes nombres internacionales, iniciativas nacidas en España, como por ejemplo empresas como BQ, han logrado encontrar un nicho de mercado y hacer frente a los gigantes del sector. En el entorno del IoT, con el concepto de apertura de protocolos e interfaces, las oportunidades se multiplican y la industria del país debe de reconocerse capaz de poder encontrar nichos de actividad a sus propuestas.

Protocolos como el BLE (Bluetooth Low Energy), de muy bajo costo y complejidad, están permitiendo a la industria entrar fuerte en este sector y de hecho algunas empresas españolas ya están tomando posición de cierto liderazgo al respecto.

### 7.7.9. Salud

La sociedad occidental envejece y los costes sanitarios aumentan. El mundo del IoT presenta una oportunidad única para la mejora de la atención sanitaria, seguimiento de tratamientos, monitorización de constantes, etc. Una vez más, la oportunidad de ofrecer soluciones abiertas y optimizadas en coste es



una oportunidad en la que el mercado español debe posicionarse, sobre todo apoyándose en el sistema público de salud y en sus hospitales y centros de referencia, así como en la comunidad universitaria relacionada.

Al igual que en el área de electrónica de consumo y *wearables*, el BLE es un interfaz a tener en cuenta en los dispositivos de bajo coste y complejidad y que habilitan el seguimiento remoto de pacientes. De hecho algunas empresas españolas ya están realizando diseños sobre estas tecnologías para seguimiento y asistencia de pacientes.

#### 7.7.10. Retail

El sector del *retail*, tanto en su abastecimiento como en el propio comercio en sí es un área en el que el IoT está demostrando su gran valía al ser capaz de proporcionar mecanismos que permiten la optimización de sus procesos en distintas fases y áreas. La trazabilidad de activos, la optimización del mercado de precios o el seguimiento de comportamiento de los clientes son ejemplos de aplicaciones en los que el IoT ofrece soluciones de uso directo.

Dentro del mundo del retail, en donde las tecnologías de campo cercano estilo RFID o NFC (Near Field Communication) habían tenido una gran aceptación, el IoT está implantando con fuerza soluciones multipropósito basadas en BLE que permiten intercambio de información con clientes y su seguimiento. El máximo exponente de esta tecnología son los denominados iBeacons, un estándar de Apple abierto a otras plataformas para posicionamiento en interiores.

#### 7.7.11. Gestión logística

El seguimiento de activos para la optimización de procesos es indudablemente un área en el que el IoT, con su reducción de costes, tamaño e interfaces abiertos, puede ofrecer un amplio abanico de soluciones. Es fundamental el estudio de cada caso con el cliente o expertos en el sector e identificar los puntos de acción para conseguir una mejora del servicio y una mayor eficacia.

El peso de España en transporte de mercancías es muy importante. Sobre todo en el tráfico rodado y marítimo, con lo que su aplicación presenta un mercado significativamente amplio.

Existen varias empresas con amplia experiencia en el seguimiento de flotas y gestión logística en España basadas en tecnologías GPS, celular y RFID. El concurso de estas empresas con la evolución de sus soluciones hacia nuevas redes de comunicaciones y la contribución de nuevos actores conforman las bases de otra área de negocio en el que el sector español puede encontrar grandes oportunidades.

#### 7.7.12. Agricultura y ganadería

El sector primario sigue teniendo un peso primordial en la economía española. El IoT presenta una oportunidad única de democratizar el acceso a tecnologías y procedimientos al alcance de muy pocos hasta hace poco. Agricultura y ganadería de precisión, predicción de enfermedades, seguimiento de producción, asistencia logística, etc, el mercado es inmenso.



### 7.7.13. Mundo animal y vegetal

Combinando los mercados de electrónica de consumo con el de agricultura y ganadería se forma un nuevo vertical que cubre el mundo animal para el entorno urbano y doméstico. La asistencia a mascotas y la gestión de jardines de hogar y urbanos es otra de las áreas en las que bien sea por ocio o por optimización de recursos existe un importante mercado, especialmente en España, con riesgos de sequía y necesidades de optimización de uso del agua en determinadas zonas y periodos anuales.

### 7.7.14. Turismo y hostelería

La primera industria española presenta un campo de pruebas envidiable para el IoT en el que aún hay un recorrido de mercado muy amplio por explotar.

El mundo del ocio, turismo y hostelería presentan infinidad de aplicaciones en las que el uso de objetos conectados y aplicaciones IoT puede ofrecer un alto valor añadido al usuario final. Balizas de información o elementos interactivos tales como vasos, mesas o paredes son algunos ejemplos de áreas en las que existe un amplísimo mercado.

### 7.7.15. Conservación del patrimonio

España cuenta con uno de los patrimonios más importantes del mundo. Su conservación es una tarea clave para el peso turístico y cultural de nuestras ciudades. Los costes de auditoría y reparación de los elementos (edificios, iglesias, museos, esculturas, maderas, pinturas, etc) puede ser optimizada de forma importante mediante el uso del IoT.

El mercado existente en España como banco de pruebas y el buen nombre del país en esta área presenta una oportunidad de oro a las empresas españolas.

Algunas ciudades como es el caso de Ávila y sus murallas, han empezado a optar por soluciones IoT para la vigilancia del estado de su patrimonio.

## 7.8. ¿Hay futuro para el desarrollo de tecnologías de Red en España?

Dentro del mundo de las tecnologías emergentes, todos los analistas del mercado tienen una referencia en la famosa *hype curve* que publica periódicamente Gartner. Si se observa su evolución desde mediados de 2011, primera vez en la que apareció el término “*Internet of Things*”, se puede constatar cómo el pico de *hype* en el que el IoT se encontraba recientemente ya se encuentra superado y en fase descendente. Según Gartner, esto quiere decir que seguimos en plena expansión del sector, pero que el punto álgido de ruido generado en el mercado ya ha pasado. Se asume pues que todo el sector tecnológico conoce bien el IoT y sus potencialidades, y es momento de hacerlo crecer y aplicarlo en los distintos verticales.

Este análisis se puede traducir como que el momento en el que crear una tecnología de red propia o novedosa ha perdido la capacidad de anticipación y que en estos momentos se encontraría en una “carrera” que ya ha empezado y en la que varios actores importantes ya están fuertemente posicionados.



Esto no quiere decir que no fuera posible posicionarse en este tipo de desarrollo o que no existan las capacidades necesarias en la industria y en los centros de investigación, pero habría que considerar muy seriamente la planificación y los otros movimientos en la industria que ya se han lanzado a esta encomienda.

Tras la revisión del mercado del IoT en España podemos llegar a la conclusión de que en el mercado nacional esta gráfica no sería aplicable y quizás a nivel nacional aún no haya sido superado el punto álgido, aunque no se posicionaría muy lejos de él.

## 8. Principales experiencias europeas de ámbito TIC y su aplicación al IoT

Introducido el mercado IoT y los potenciales verticales de uso en el mercado español y antes de analizar su futuro, se realizará el ejercicio de estudiar lo que se está haciendo en otros países europeos dentro del sector. Para ello se han seleccionado tres casos muy significativos. Primero se describirá el caso francés, que habiendo llegado relativamente tarde al mundo IoT está siendo uno de los que han tenido una progresión más importante en los últimos años. El caso alemán, líderes en la iniciativa Industria 4.0 y que apoyado en su gran tejido empresarial y programas de financiación público privados toma la delantera con soluciones muy innovadoras en esta área. Finalmente se verá el caso inglés, cuyo gobierno está decidido a apostar fuerte por el IoT habiendo puesto en marcha una serie de estructuras para su promoción y despegue.

### 8.1. Clústeres europeos

#### 8.1.1. Francés

El caso francés relativo al IoT es digno de análisis y reflexión. Llegados al mercado más tarde que España a la hora de crear empresas de nombre dentro del sector, Francia ha sabido atraer el talento de sus nuevas empresas al mundo de los objetos conectados, redes, plataformas y aplicaciones IoT mediante varios mecanismos. Destaca el ya conocido de *pôles de compétitivité* ([competitivite.gouv.fr](http://competitivite.gouv.fr)) en donde se ha favorecido la concentración de talento en torno a un área en zonas seleccionadas del país a cambio de incentivos fiscales, ayudas gubernamentales y, en algunos casos, asistencia logística. De estas iniciativas han salido grandes nombres del IoT como pueden ser el operador Sigfox o el fabricante de objetos conectados Telecom Design.

Otro modelo muy expandido en Francia es el de la subcontratación del I+D a *startups* por parte de grandes empresas nacionales (SNCF, Thales, etc) como fuente de financiación alternativa y que también es clave en el desarrollo del mercado IoT.

Otras iniciativas locales y particulares como la de la ciudad de Angers, autodenominada *Ville de l'Objet Connecté*, con una apuesta total por atraer al mundo del IoT con precios de alquiler de oficinas tan bajos como 300€/mes ([www.citedelobjetconnecte.com](http://www.citedelobjetconnecte.com)) o la creación de una súper lanzadera de un millar de



*startups* tecnológicas en París por la empresa Iliad (100startups.fr), el gran competidor de Orange en Francia, hacen que nuestro país vecino haya logrado recuperar una de las posiciones de cabeza en el sector.

### 8.1.2. Alemán

Alemania es un caso especial en el mundo del IoT. Su red industrial es la más fuerte de Europa y su peso tecnológico es incuestionable. Cuenta con un modelo contrastado y sólido de financiación público-privada de nuevas iniciativas emprendedoras. Grandes empresas tecnológicas de gran peso industrial (SAP, Siemens, Bosch...) apuestan por la externalización del I+D+i y la cofinanciación con el estado hacia nuevas iniciativas empresariales. El enfoque del IoT en Alemania viene reforzado por su papel clave en la definición de la Industria 4.0 y que se refleja en ciudades faro de la creación de *startups* IoT a nivel europeo como pueden ser Berlín, Hamburgo o Munich.

Aunque el movimiento de Industria 4.0 como tal se inició en 2012 en una comisión de la industria liderada por BOSCH (Investigación, 2012), la iniciativa oficial para lanzar la Industria 4.0 (Industrie 4.0) fue presentada en abril de 2015 por el gobierno alemán, inicialmente contando con 150 representantes de la política, la empresa y los sindicatos y está dirigida por dos Ministerios, el de Economía y el de Educación e Investigación, así como la propia industria y sindicatos. El proyecto del gobierno alemán consiste en varios grupos de trabajo que analizarán temas como estandarización, investigación, seguridad, formación y trabajo. Sus conclusiones se presentarán durante una cumbre de nuevas tecnologías en noviembre de este año.

### 8.1.3. Inglés

Inglaterra concentra una gran cantidad de talento tecnológico y ha apostado muy fuerte por el mundo del IoT. Las iniciativas británicas se encuentran bajo el paraguas de *Innovate UK* (Innovate UK) coordinadas por el *Technology Strategy Board*.

Una de estas líneas de trabajo es *Catapult Networks* (Catapult Networks UK), otra iniciativa con un enfoque más de empresas privadas es *Hypercat* (Hypercat UK) en la que además participan activamente administraciones locales como *City of Westminster* o *Guildford Borough*, y universidades como *University of Birmingham*, *University of Bristol*, *University of Cambridge*, *University College London*, *Lancaster University*, *The Open University*, *University of Surrey*.

Destacar también el Reino Unido como semilla en Europa de los movimientos *maker* y *meetups* de IoT, reuniendo a desarrolladores, inversores y simples interesados en el tema en torno a charlas y discusiones periódicas.

Recientemente, con la intención de unificar todos estos movimientos alrededor del IoT en el Reino Unido, se ha lanzado bajo el paraguas de las redes de *Catapult* la iniciativa *IoTUK* (IoTUK), que con un presupuesto inicial de 40 millones de libras esterlinas tiene como objetivo “*impulsar el liderazgo mundial del Reino Unido en el IoT y aumentar la adopción de tecnologías y servicios IoT de alta calidad a lo largo de toda la industria y Administraciones públicas*”. Su enfoque estará centrado en el emprendedor y concienciación



a la industria y sector público sobre el uso del IoT, especialmente en las áreas de seguridad, interoperabilidad de datos, inversiones y diseño. Las primeras áreas de actuación que *IoTUK* ha planificado son la elección de una “ciudad demostradora” para el despliegue y prueba de nuevas tecnologías, la creación de un hub de investigación sobre seguridad, dispositivos y redes emergentes, la creación de una aceleradora de empresas de hardware para la creación de nuevos objetos conectados y la creación de un campo de pruebas para la exploración de nuevas Tecnologías IoT relacionadas con la salud.

## 8.2. *Cómo ganan dimensión las empresas europeas*

Es un hecho que el mercado del IoT es abierto y universal y las oportunidades que ofrece son amplias y diversas. Cualquier nueva solución introducida en el mercado puede destacar y encontrar una competencia inexistente o abrumadora al ser un área tan heterogénea y estar en pleno crecimiento. Varios aspectos son claves para que las distintas empresas europeas puedan lograr una dimensión mayor dentro del sector en función del país en el que se encuentren.

### 1. **Peso de la marca país**

La tradición industrial es un factor importante en el prestigio del sector. El nombre de Alemania en todo lo referente a maquinaria y equipos industriales, el de Francia en equipos de comunicaciones o el del Reino Unido en desarrollo TIC, pesa mucho a la hora de hacer atractiva su oferta dentro del IoT.

### 2. **Tejido industrial**

El peso de la industria de medio tamaño y su distribución respecto a la grande es uno de los factores clave en el crecimiento de las grandes potencias europeas. Su capacidad de inversión en innovación con cierto riesgo es mayor y el apoyo de las grandes es un hecho. Ese mayor músculo financiero provoca una mayor reactividad hacia nuevos negocios como el IoT.

### 3. **Ecosistema nacional**

Una de las prioridades en los países tractores de la economía europea es la identificación de ecosistemas y su potenciación desde las administraciones. Este es un factor clave y ha de reconocerse como una urgencia hacia cualquier nuevo sector innovador que surja.

### 4. **Apoyo institucional**

Tanto desde el apoyo a la aparición de ecosistemas, como también a la asistencia financiera y de servicios o la adecuación del marco regulatorio de forma rápida para el crecimiento del sector.

### 5. **Prestigio investigador y académico**

Contar con centros y universidades de prestigio internacional resulta determinante para la atracción del talento y de los fondos de financiación, tanto privados como públicos (nacionales y europeos), así como



para la creación de conocimiento. Resaltar también la necesidad de contar con un marco regulatorio favorable a la creación de *spin off* universitarios.

## 6. Políticas de externalización de I+D+i

La identificación por parte de las grandes empresas de otras empresas de menor tamaño capaces de llevar a cabo un desarrollo innovador que haga ganar a ambas partes es un pilar fundamental para el crecimiento de nuevas tecnologías. Por un lado la pequeña y media empresa consigue una importante inyección económica a la par de ganar en competitividad y conocimiento, y por otro la gran empresa consigue desarrollos ágiles, optimizados y crea una red de proveedores de confianza, capaces de atender futuros retos tecnológicos de una forma más eficiente.

## 7. Generación de demanda

El IoT es un sector en el que aún existe una carencia de soluciones disponibles en el mercado para algunos de los verticales. En este aspecto, para poder cubrir ciertas necesidades, la industria del sector necesita tener un compromiso de demanda mínima para poder afrontar su desarrollo. De no alcanzarse, se debe contar con un coste de desarrollo asociado a las nuevas soluciones, dado que ninguna empresa, y menos aún las pequeñas o medianas, van a realizar desarrollos sin una demanda garantizada.

Es fundamental que el sector empresarial entienda esta necesidad a la hora de expresar su necesidad por soluciones por desarrollar.

## 8. Acceso al capital y a la financiación

La existencia de fondos de capital, ya sean públicos, privados o mixtos, es necesario en cuanto se quiere plantear el desarrollo, crecimiento y posicionamiento competitivo dentro de un nuevo sector. De la misma forma, los presupuestos públicos han de ser conocedores de la existencia del mismo y de las necesidades de financiación que faciliten desarrollos innovadores.

Este modelo está adoptado con mayor o menor éxito en distintos países europeos, pero está directamente relacionado con el peso adquirido por sector innovador en un país.

## 9. Transposición de las tendencias del IoT en el mundo al mercado español

El mercado del IoT ha nacido y crecido de forma rápida. Hay que recordar que se trata de un concepto englobado dentro de un término acuñado hace poco más de media década y que viene a complementar a un sector, el del M2M, que llevaba poco tiempo más en actividad. Tal como se ha revisado en los estudios citados previamente, el pico de expectación del IoT está siendo sobrepasado o lo va a ser en poco tiempo. Esto se traduce en que todas las grandes empresas han empezado a posicionarse al respecto, si bien aún no están totalmente definidas todas las estrategias al respecto.



Los grandes movimientos que van a definir el IoT, y en los que España debe de hacer todo lo posible para estar involucrada y tener capacidad de acción sobre ellos, se podrían resumir en:

- Estandarización de tecnologías y protocolos IoT.
- Adopción completa por parte de la industria del IoT.
- Desaparición de nichos sin explotar dentro de la heterogeneidad del IoT.
- Identificación de las aplicaciones claves de alto volumen y rentabilidad.
- “Comoditización” del IoT. Se debe evitar repetir el caso de la telefonía móvil que tras su “comoditización” transpuso todo su peso a países asiáticos.
- Vigilancia tecnológica para estar preparados para el próximo *Internet of Something*.

## 10. El IoT como palanca de generación de empleo en España.

### 10.1. Los perfiles del IoT

El sector del IoT es un sector muy especializado, de alta cualificación. Los perfiles requeridos para su desarrollo van desde perfiles tecnológicos multidisciplinares en software, hardware, firmware, diseño industrial o producción, hasta los empleos asociados a la comercialización de soluciones innovadoras, con perfiles de desarrollo de negocio, comercial, marketing, diseño y comunicación.

El mercado tecnológico demanda cada vez perfiles más multidisciplinares, implantándose la necesidad de captación de profesionales con un currículum con competencias en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, ya sean por educación universitaria o evolución en la carrera del propio candidato.

Sin embargo, y al ser un sector de reciente creación, resulta complejo localizar perfiles experimentados, si bien es necesario analizar los sectores existentes en los que se pueden localizar profesionales para el IoT:

- Diseño electrónico: para la creación de nuevos objetos conectados.
- Diseño mecánico e industrial: para la creación de las coberturas y cajas del producto final, así como empaquetados.
- Técnicos de laboratorio: para tareas de validación y montaje de objetos, así como su integración con plataformas y aplicaciones IoT.
- Programador de sistemas embarcados: para la programación de los objetos conectados y su integración con plataformas IoT.
- Programador: para desarrollo de plataformas y aplicaciones IoT.





- Arquitectos de sistemas de telecomunicación: como conocedores de las tecnologías de comunicación, redes e integración entre distintas partes del sistema, desde el aspecto físico de sensores o actuadores hasta interfaz de aplicación con plataformas o aplicaciones IoT.
- Diseñadores gráficos: para la definición del estilo de productos, diseños en empaquetados, manuales, comunicación gráfica, etc., siendo deseable que combine capacidades y habilidades en comunicación y redes sociales.
- Gestores de proyecto, financieros, directores, comerciales, desarrolladores de negocio, etc., como puestos más estándar en la industria tecnológica.

De este tipo de perfiles se deduce que el sector IoT tendrá principalmente necesidad de profesionales salidos de titulaciones universitarias de informática y telecomunicaciones. También habrá necesidad de ingenieros industriales, diseñadores gráficos y perfiles de negocio de nivel universitario. El perfil más técnico, también puede proceder de profesionales vinculados a la formación profesional.

El sector debe de ser también capaz de influir en los planes de estudio universitarios y de formación profesional para indicar los intereses de formación. Como ejemplo, las universidades tienden a bascular la formación en programación hacia lenguajes de más alto nivel como el Java, el cual es ideal para el entorno de plataformas o aplicaciones IoT, pero que queda alejado de las necesidades de programación de objetos conectados donde lenguajes como el C o C++ tradicionales, son de uso común. Encontrar perfiles junior con formación en estos dos lenguajes resulta cada vez más difícil. De la misma forma, las especialidades que el IoT requiere incluyen competencias telemáticas y de radiocomunicaciones siendo necesario tener una buena base en ambos para tener una visión más global del sistema.

Un ecosistema IoT en España debería de tener en cuenta estas necesidades y establecer puentes con los responsables de los centros de formación para dar peso a las áreas en las que haya más necesidad laboral.

## 10.2. El empleo en IoT como generador de riqueza

Está demostrado que el desarrollo de la industria con alta carga de empleos cualificados atrae en sí riqueza y crecimiento por varios factores asociados: alta remuneración, inversión extranjera, alto poder adquisitivo con alta demanda de amplia gama de servicios (empleo de servicio indirecto), fortalecimiento de los centros universitarios y escuelas de negocio locales y enriquecimiento de las empresas suministradoras (equipamiento y servicios, empleo indirecto).

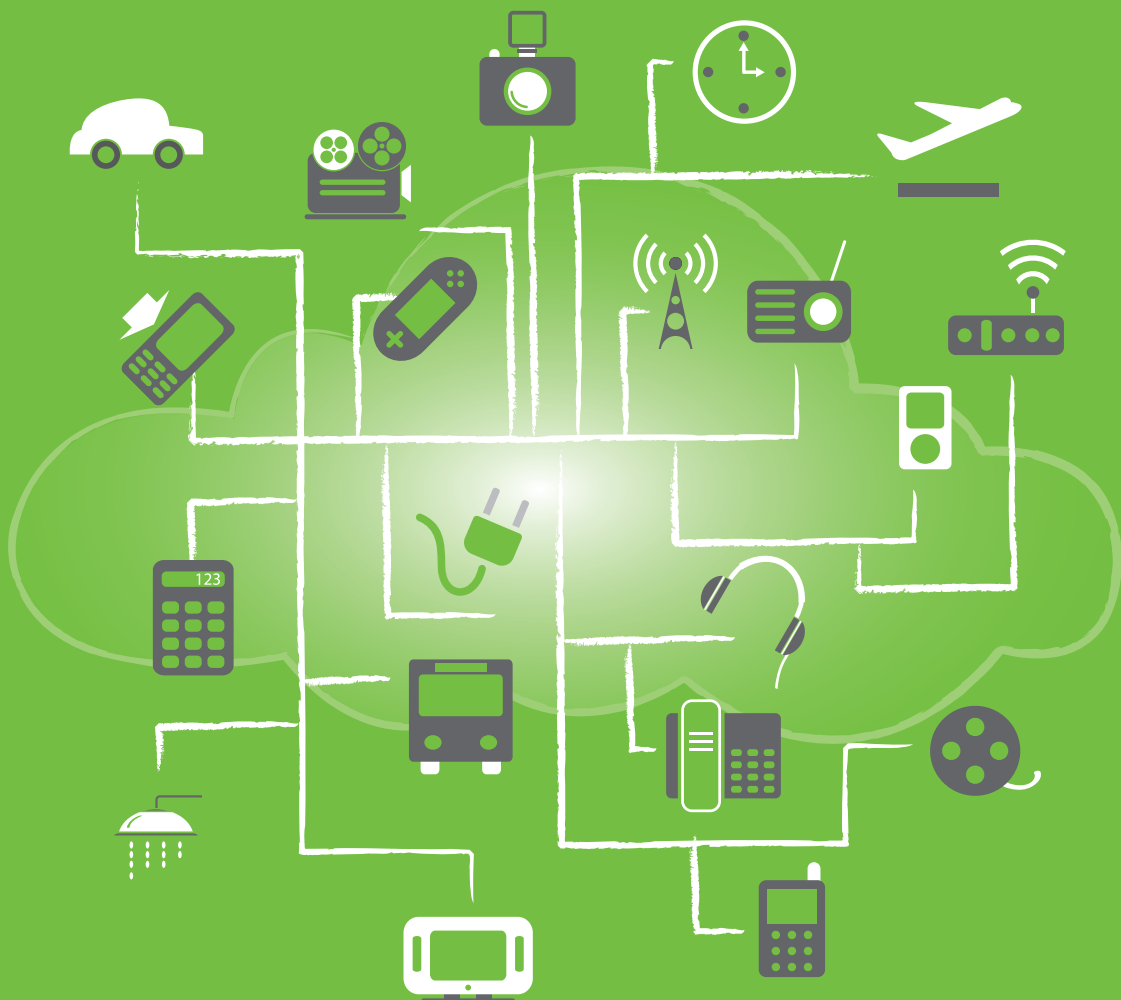
El IoT es un sector puramente tecnológico y altamente cualificado en muchas de sus áreas. Las grandes empresas han entrado de lleno en el sector y la concentración de este tipo de talento puede acarrear la instalación de sedes sectoriales en nuestro país, con la consiguiente generación de riqueza.

Es por esto que al tratarse de un mercado emergente en pleno posicionamiento internacional, España ha de jugar inteligentemente sus cartas y disponer de una amplia oferta de perfiles y hacer atractivo nuestro mercado.



# 2

## INDUSTRIA 4.0, LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS IOT EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL





En este segundo capítulo se profundiza en cómo la industria española debe beneficiarse en el corto y medio plazo de la incorporación de Tecnologías IoT en los principales sectores económicos, así como en el potencial que presentan estas tecnologías para poder convertirse por sí solas en un nuevo sector industrial. Es pronto aún para poder identificar qué industrias están liderando la incorporación de Tecnologías IoT, aunque sí que es posible hacer una previsión de dónde se estima más probable su adopción de forma más inmediata.

Es un hecho que el impulso de la nueva Industria 4.0 es a día de hoy uno de los principales motores de desarrollo de Tecnologías IoT, y es uno de los objetivos de este informe el analizar el lugar que ocupan estas tecnologías como un sector emergente. Del mismo modo, hay que considerar el hecho de que las Tecnologías IoT alcanzan su mayor efecto tractor cuando se usan como base del desarrollo de nuevos servicios. De esta forma, la transformación de cualquier actividad en un servicio basado o construido sobre soluciones IoT, tiene un alto efecto multiplicador sobre el valor de la actividad.

Acerca de estos servicios, se escribe en un estudio del fabricante BOSCH (Bosch Software Innovations GmbH, 2015):

*“El negocio de servicios juega un papel clave en el contexto de Internet Industrial. Para combatir la disminución de los ingresos por servicios, principalmente atribuible al aumento de la estandarización en el negocio de repuestos, el sector de la maquinaria necesita desarrollar nuevos modelos de negocio. Un hecho es claro: los servicios ofrecidos por los fabricantes de maquinaria tradicional suelen ser la parte más lucrativa de su negocio. Según el estudio “Servicio de Desarrollo Empresarial: Estrategias para la creación de valor en las empresas manufactureras”, elaborado por la Universidad de St. Gallen, en 2012, el negocio de servicio puede generar márgenes que son cinco a diez veces más altos que los obtenidos por la actividad principal de venta de maquinaria”*

Si BOSCH, que ha sido desde el principio uno de los principales promotores de los nuevos términos Industria 4.0 e Internet Industrial, atribuye a las Tecnologías IoT la capacidad de transformar las actividades de aprovisionamiento de la industria tradicional en servicios de la Industria 4.0, significa que el mundo de los servicios debe ser tenido muy en cuenta como “destino objetivo” de Tecnologías IoT.

También cabe destacar las ideas presentadas sobre la nueva interrelación entre servicios y manufactura en el estudio “Think Act” de Roland Berger (Roland Berger Strategy Consultants, Marzo 2014):

*“La industria y los servicios son dos caras de la misma moneda. Aunque no hay un acuerdo sobre si los servicios sustituirán a la manufactura, esto es altamente improbable ya que los dos sectores están altamente interrelacionados. La manufactura crea un valor en el sector de los servicios (ej: servicios relacionados con los productos tales como el mantenimiento, servicios de negocio como la contabilidad, los restaurantes, hoteles, etc). El 40% de los puestos de trabajo que en Europa proceden del sector de la manufactura están vinculados a los servicios, y en promedio, los servicios constituyen una cuarta parte de la demanda de la industria de la EU. Por otro lado, nuevos servicios, como por ejemplo la economía cloud, están cambiando la manufactura y añadiendo más valor al sector”*



Concerniente a las Tecnologías IoT en un informe de McKinsey&Company (McKinsey Global Institute, Junio 2015) se desarrolla esta misma idea.

*“Una industria muy dinámica está evolucionando alrededor de Tecnología IoT. Al igual que otras olas tecnológicas, hay oportunidades para todo el mundo, operadores tradicionales y los nuevos jugadores. La digitalización desdibuja las líneas entre las empresas de tecnología y otros tipos de empresas como fabricantes de maquinaria industrial, por ejemplo. Estas últimas están creando nuevos modelos de negocio, mediante el uso de enlaces y datos procedentes de Tecnologías IoT para ofrecer ahora sus productos en forma de servicios”*

Un último aspecto a tener en cuenta en esta introducción antes de entrar en el desarrollo del capítulo, es el cambio de papel del cliente en el aprovisionamiento de los bienes y servicios y cómo se produce una reducción muy significativa en la distancia habitual que existía entre la industria de bienes de consumo y el usuario final. Siguiendo con las reflexiones que BOSCH (Bosch Software Innovations GmbH, Febrero 2014) ha realizado en los últimos años sobre todos estos aspectos, es interesante conocer su enfoque sobre el lugar en donde termina una cadena de producción industrial, en los almacenes de los distribuidores o en el punto de venta y por qué no, directamente sobre el cliente final.

## 1. Qué espera la Industria 4.0 del sector industrial de Tecnologías IoT

El lector estará seguramente familiarizado con el término “Industria 4.0”, si bien le resultará complicado identificar las características que diferencian cada fase de esta evolución industrial. Si nos basamos en la definición clásica que hace la industria alemana de las fases de la industria, establecemos que:

- El origen de la primera revolución industrial, la que llamaríamos **Industria 1.0**, está basada en el paso de la producción artesanal al desarrollo de la maquinaria y fabricación a mayor escala gracias a la invención de la máquina de vapor y del primer telar mecánico.
- Se englobarían dentro de las actividades de la **Industria 2.0** la incorporación de la energía eléctrica, la producción en cadena y el establecimiento de las primeras cadenas de montaje.
- La **Industria 3.0** responde a la incorporación masiva de electrónica, que permitió alcanzar niveles antes nunca imaginados de automatización de los procesos industriales gracias a su informatización. Se puede decir que esta fase también comprende la conexión de la industria con el exterior, pero quizás no de manera homogeneizada para todas las industrias y todos los territorios, creando una serie de silos incompatibles entre sí.
- Es con la denominada **Industria 4.0** cuando se conecta definitivamente toda la industria entre sí y se aborda un proceso profundo de transformación digital de las empresas, tanto a nivel organizativo como en sus procesos de producción. Esta naturaleza conectada de la Industria 4.0 hace que otros estudios se refieran a ella como “Industria Conectada 4.0” (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, octubre 2015).



Las tecnologías procedentes del nuevo paradigma tecnológico pasan a ejercer un papel fundamental en esta nueva revolución industrial. En cada industria se experimenta la transformación lógica derivada de la implantación de procesos productivos conectados entre todos los eslabones de la cadena de valor, pero también esta se transforma debido a que sus procesos productivos propios pasan a estar sensorizados y conectados, lo que permite alcanzar niveles de automatización y supervisión que transforman por completo la actividad industrial.

De esta forma, la Industria 4.0 supone la mayor transformación del sector motivada por la incorporación de Tecnologías IoT a los procesos productivos. Esta tecnología se introduce a través de distintos habilitadores tecnológicos tales como la digitalización de la información, la ubicuidad de las comunicaciones tanto hacia dentro como hacia fuera de la empresa, la transformación de los procesos por la incorporación de sistemas de información o la utilización masiva de los datos generados, tratados y procesados. Estos datos pueden tener un origen tanto del propio proceso industrial como de la información que llega por los canales de comunicación con los usuarios finales o clientes de la industria.

La evolución de la Industria en 4.0 está suponiendo un reto organizativo de gran calado, tanto por la desigual adaptación de las industrias a las Tecnologías IoT, como por el desafío que supone adaptar los perfiles profesionales tradicionales de la industria.

La industria española en particular se enfrenta a un doble reto. Por un lado ser capaz de obtener ventajas competitivas gracias a los nuevos habilitadores tecnológicos, y por otro, adaptar las organizaciones a una nueva forma de diseñar los productos, definir los servicios y rediseñar los procesos productivos.

No es el objetivo de este informe hacer una descripción pormenorizada de las características que definen la Industria 4.0, así como de las distintas interpretaciones que se hacen del término. Existen diversos de informes que abordan este tema de forma adecuada y precisa. Centraremos nuestra atención en el papel que juegan las tecnologías inmersas en el nuevo paradigma tecnológico del IoT (Objetos conectados, *Big Data*, *Cloud*, Plataformas IoT y Aplicaciones) ya que se considera que éstas representan el principal habilitador tecnológico que tiene capacidad de transformar la Industria española en la nueva Industria Conectada y como tal poder hablar de una nueva etapa de la evolución industrial en España.

## 2. Estado actual de implantación de Tecnologías IoT en la Industria española

En la actualidad existen distintos indicadores que permiten hacer un análisis sobre la tasa de incorporación de las TIC en los principales sectores de la economía española. Sin embargo tras el análisis de estos indicadores no se contempla el nivel de detalle requerido para deducir qué parte de esta incorporación corresponde a las Tecnologías IoT en la actividad industrial. En la actualidad no se dispone de estudios sectoriales sobre Industria 4.0 de ámbito español sobre los que apoyarse para extraer conclusiones de su estado de implantación, si bien se han elaborado en España varios documentos de referencia para hacer un seguimiento de cuál es el estado de digitalización de la industria española.



El primero de estos documentos es la **Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España** (Secretaría General de Industria y Pyme, Julio 2014), aprobado por el Consejo de Ministros el 11 de julio de 2014. En su línea segunda analiza cómo mejorar la competitividad de los factores productivos clave, y una de las medidas propuesta es la de la “Definición y desarrollo del Plan de Industrialización Digital”.

El siguiente de los documentos es la **Agenda Digital para España** (Ministerio de Industria Energía y Turismo, Febrero 2013). La Agenda tiene como uno de sus objetivos el desarrollar la economía digital para el crecimiento, la competitividad y la internacionalización de la empresa española, considerando como medida “la necesidad de potenciar las industrias de futuro”. Así, la nueva política industrial tiene que fundamentarse en uno de los factores de su competitividad, que es el aprovechamiento de las ventajas que ofrece el uso intensivo de las TICs, a través de un proceso de digitalización de la industria. Esta tiene como finalidad introducir y fomentar este uso intensivo de tecnologías de la información y de las comunicaciones en el entorno industrial, para de esta forma conseguir productos con un mayor valor añadido y con un consiguiente aumento en la competitividad de su producción.

Según la Agenda Digital,

*“España debe mantenerse en la vanguardia de la innovación y participar en las iniciativas que permitan detectar –y apostar- rápidamente por las tendencias de futuro, generar empresas en dichos sectores e impulsar el talento y el emprendimiento. La detección y participación temprana de las oportunidades industriales, como el Cloud computing, el Internet de las Cosas, las green TIC, Smart Cities, el Big Data o el desarrollo de aplicaciones para el ecosistema móvil, contribuyen tanto al enriquecimiento de la industria digital como al crecimiento y modernización de la economía en general, mejorando la productividad y competitividad de las empresas y permitiendo el desarrollo de nuevos modelos de negocio. Por lo que se deben desarrollar las medidas específicas para potenciar la implantación en España de las industrias de futuro detectadas”.*

Entre sus líneas de actuación está adoptar, con carácter general, medidas que contribuyan al desarrollo de las industrias de futuro como un sector clave para la competitividad de la economía española:

1. Incrementar la participación de la Administración y las empresas españolas en las iniciativas tecnológicas a nivel comunitario.
2. Apoyar las iniciativas de *clusters* empresariales especializados en Industrias de Futuro.
3. Desarrollar actividades de difusión y comunicación a las empresas sobre los beneficios de la participación en las iniciativas europeas.
4. Impulsar el desarrollo de un tejido inversor en sectores de futuro relacionados con las TIC (empresas de capital riesgo, fondos de inversión en tecnología, *business angels*).
5. Definir y establecer un sistema de medición de la aportación al PIB de las industrias de futuro.



En este contexto, el Ministerio de Industria Energía y Turismo lidera una iniciativa denominada “Industria 4.0 España”, que con el lema “*la transformación digital de la industria española*” tiene como objetivo articular las medidas que permitan que el tejido industrial se beneficie del uso intensivo de las TIC en sus procesos productivos y en todos los ámbitos de su actividad. Para el desarrollo de esta medida, el MINETUR, en colaboración con las empresas Banco Santander, Telefónica e Indra, ha elaborado un estudio denominado **La Industria Conectada 4.0: La transformación digital de la industria española**.

Asimismo, entre los primeros estudios que incorporan el concepto Industria 4.0 en España cabe destacar el realizado por PwC (PricewaterhouseCoopers Asesores de Negocios, S.L, 2013) y patrocinado por SIEMENS, denominado **Claves de la competitividad de la industria española**. En este estudio Pascual Dedios-Pleite, de Siemens Industry en España, afirma lo siguiente,

*“Ya hay muchos expertos que hablan de que podríamos estar a las puertas de una nueva revolución industrial o Industria 4.0, que se sustentará sobre la integración de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de producción y que permitirá personalización de la producción industrial”*

En este mismo estudio se pronostica cómo la utilización de nuevos materiales y la integración de las TIC en los procesos de producción abrirá la puerta a una nueva revolución industrial, la cuarta, que permitirá producir más barato, más cerca y, en definitiva, de forma más eficiente.

Es interesante ver el papel que se describe que pueden jugar las TIC en fomentar tendencias de localización de la industria en nuevos ecosistemas que aporten competitividad al sector español frente a las tendencias de deslocalización que tanto empleo han destruido recientemente.

La profunda crisis económica sufrida por la economía española en los últimos años ha provocado que algunas industrias hayan acusado situaciones de obsolescencia tecnológica. Esta situación es un claro riesgo para su competitividad y viabilidad, dado que además de impactar sobre la productividad, supone un aumento de los costes de mantenimiento y una pérdida de calidad en los productos terminados. Según este estudio, y basándose en datos del MINETUR, la intensidad inversora de la industria española se ha reducido entre 2000 y 2011 entre un 35% y un 70% en la mayor parte de los sectores.

El peso de las TIC es cada vez mayor en la industria y como prueba destaca el importante cambio acaecido en los últimos años en el análisis de su competitividad. Hasta hace poco se contemplaban únicamente factores como el coste salarial o la productividad por empleado, los costes energéticos, la inversión en I+D, la inversión en capital y el tamaño medio de la empresa, dejando fuera de esta lista un elemento tan clave como el nivel de incorporación de las TIC en la Industria española.

En otro estudio de PwC publicado un año más tarde (PricewaterhouseCoopers, December 2014) denominado **Industry 4.0- Opportunities and Challenges of the Industrial Internet** se detalla a la perfección cómo cualquier análisis del sector Industrial en la actualidad tiene que contemplar aspectos como el nivel de digitalización de la cadena de valor industrial, o cómo el análisis integrado de los datos es un factor clave para el desarrollo del sector.





Existen ya casos de éxito de incorporación del IoT en la Industria española, aunque para poder identificarlos es necesario recurrir a distintas fuentes. La primera son los estudios publicados sobre la Industria 4.0 y Tecnologías IoT en Europa y hacer un análisis de extracción de conclusiones de ámbito español.

En este sentido la Comisión Europea, en un estudio de reciente publicación (European Commission, abril 2015), nos aclara dos cuestiones fundamentales, qué entendemos por Tecnologías IoT y cuál es la definición de IoT.



Sobre la definición de IoT la Comisión Europea opta por asumir la definición de la ITU (International Telecommunication Union) y el IERC (Internet of Things European Research Cluster) que lo define como: “una infraestructura de Red Global y dinámica con la auto-configuración de las capacidades basadas en protocolos de comunicación estándar e interoperables, donde “cosas” físicas y virtuales tienen identidad, atributos físicos y personalidades virtuales y utilizan interfaces inteligentes y se integran a la perfección en la red de información.

Como ocurre en otros países la incorporación de Tecnologías IoT en la Industria es un fenómeno relativamente nuevo. Podemos identificar qué sectores pueden obtener mayores beneficios si adaptan este tipo de tecnologías, pero resulta difícil sacar conclusiones sobre qué sector ha hecho una mejor incorporación de Tecnologías IoT en sus procesos, porque el proceso de transformación se está realizando en estos mismos momentos.

### 3. El IoT como generador de una nueva industria en España

#### 3.1. Por qué necesita España el desarrollo de Tecnologías IoT

##### 3.1.1. El IoT como base de crecimiento de la economía española

La industria, al igual que el resto de los sectores económicos en España ha sufrido considerablemente las consecuencias de la profunda crisis económica por la que ha pasado nuestro país, pero hoy encontramos indicadores que nos permiten confiar en las oportunidades que ofrece este sector como fuerza tractora sobre la economía nacional.

Haciendo un análisis de los números más significativos a alto nivel, la Industria española representa en estos momentos el 15,9 % del PIB, aún lejos de los objetivos fijados por la UE, en los que la Industria se espera que alcance un 20% del PIB en cada país de la Unión en 2020. La Industria española invierte hoy



en día el 48% del I+D+i que se realiza y genera en su conjunto 2.300.000 puestos de trabajo (Ministerio de Industria Energía y Turismo, Febrero 2013).

Uno de los posibles polos de desarrollo y fortalecimiento dentro de la industria española es el relacionado con las Tecnologías IoT. España históricamente ha tenido un sector tecnológico con peso en la electrónica, y las TIC, las cuales, dada su probada experiencia, pueden establecerse como semilla de un sector IoT. El peso de este sector tecnológico respecto al PIB nacional en términos relativos ha ido variando, si bien se aprecia una tendencia de crecimiento durante los últimos años.

### 3.1.2. El mercado TIC en España y el peso de Tecnologías IoT en la actualidad

Para poder realizar un análisis más completo del sector TIC y establecer las bases del dimensionamiento del sector del IoT en España, es conveniente estudiar desde el punto de vista de la actividad económica los subsectores en los que se concentra la actividad industrial del sector. Éstos se resumen en la siguiente tabla derivada del CNAE.

TABLA 1 Lista de ramas de actividades del sector TIC según CNAE 2009	
<b>Industrias manufactureras TIC</b>	
CNAE 2611	Fabricación de componentes electrónicos
CNAE 2612	Fabricación de circuitos impresos ensamblados
CNAE 2620	Fabricación de ordenadores y equipos periféricos
CNAE 2630	Fabricación de equipos de telecomunicaciones
CNAE 2640	Fabricación de productos electrónicos de consumo
CNAE 2680	Fabricación de soportes magnéticos y ópticos
<b>Industrias comerciales TIC</b>	
CNAE 4651	Comercio al por mayor de ordenadores, equipos periféricos y programas informáticos
CNAE 4652	Comercio al por mayor de equipos electrónicos, telecomunicaciones y sus componentes

A pesar de la existencia de una clasificación, sigue resultando complejo analizar el Hipersector TIC tomando únicamente como fuente estos datos obtenidos del CNAE. Un rápido sondeo entre empresas del sector indica que son muchas las que desarrollan su actividad dentro del ámbito de las TIC a las que no se pueden identificar por su CNAE.

Yendo más allá de la clasificación CNAE, según el Instituto Nacional de Estadística de España, el Hipersector TIC está formado por las industrias manufactureras o de servicios cuya actividad principal está vinculada con el desarrollo, producción, comercialización y uso intensivo de tecnologías de la información y las comunicaciones. En este caso, a efectos estadísticos, la definición de Hipersector TIC se realiza mediante una enumeración exhaustiva de las ramas de actividad correspondiente a las empresas TIC (enfoque por sectores) y de los productos TIC (enfoque por productos).



**TABLA 2**  
Códigos CNAE de las Industrias de Servicios TIC

<b>Industrias de Servicios TIC</b>	
<b>Edición de programas informáticos</b>	
CNAE 5821	Edición de videojuegos
CNAE 5829	Edición de otros programas informáticos
<b>Telecomunicaciones</b>	
CNAE 6110	Telecomunicaciones por cable
CNAE 6120	Telecomunicaciones inalámbricas
CNAE 6130	Telecomunicaciones por satélite
CNAE 6190	Otras actividades de telecomunicaciones
<b>Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática</b>	
CNAE 6201	Actividades de programación informática
CNAE 6202	Actividades de consultoría informática
CNAE 6203	Gestión de recursos informáticos
CNAE 6209	Otros servicios relacionados con las tecnologías de la información y la informática
<b>Portales web, procesamiento de datos, hosting y actividades relacionadas</b>	
CNAE 6311	Procesamiento de datos, alojamiento (hosting) y actividades
CNAE 6312	Portales web
<b>Reparación de ordenadores y equipos de comunicación</b>	
CNAE 9511	Reparación de ordenadores y equipos periféricos
CNAE 9512	Reparación de equipos de comunicación

La dificultad para la clasificación del Hipersector TIC es conocida y compartida por las distintas Instituciones interesadas en conocer cómo evoluciona en España. Existe el acuerdo tácito de que una de las fuentes de información más fiable para analizarlo, son los datos facilitados por la asociación referencia en el sector, AMETIC (Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Contenidos Digitales), que para poder dar una visión global de las actividades vinculadas a las empresas que representa, procede a ordenar y reclasificar algunas de las actividades del CNAE. De esta forma, AMETIC difunde anualmente datos consolidados del Hipersector TIC y Contenido Digitales.

Este Hipersector, como mercado agregado bruto, entre 2011 y 2012 decreció un 5,5% y entre 2012 y 2013 decreció un 4,7%, si bien tuvo una facturación en 2014 de 79.611 Millones de euros, representando un crecimiento del 2,1% respecto al año anterior, siendo esta la primera vez que lo hace en los últimos cinco años.

Dada la nueva naturaleza del sector dedicado a las Tecnologías IoT, además de estas cifras propias del Hipersector TIC en su globalidad, la recientemente constituida Comisión de Industria 4.0 de AMETIC ha realizado el ejercicio de cuantificar esta área económica en particular obteniendo unas reveladoras conclusiones iniciales de su peso.



**TABLA 3**  
 Cifra de negocio en el Hipersector TIC por ramas de actividad (2008-2013).  
 Unidades: datos económicos en miles de euros

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1. Industrias manufactureras TIC: CNAE 2611, 2612, 2620, 2630, 2640, 2680	6.388.002	3.941.724	4.170.006	2.467.683	1.832.123	1.780.656
2. Servicios	93.757.608	88.115.434	87.256.971	85.927.515	81.339.828	78.448.313
2.A industrias comerciales TIC: CNAE 4651, 4652	28.119.812	23.976.562	23.784.759	22.378.100	19.051.731	18.339.217
2.B.1 Industrias de servicios TIC: edición de programas informáticos: CNAE 5821, 5829	804.273	723.015	720.516	716.936	716.021	590.941
2.B.2 Industrias de servicios TIC: Telecomunicaciones: CNAE 6110, 6120, 6130, 6190	40.058.180	39.762.603	38.679.041	37.651.259	35.174.220	32.938.669
2.B.3 Industrias de servicios TIC: programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática: CNAE 6201, 6202, 6203, 6209	22.137.225	21.225.717	21.780.093	22.841.072	23.910.342	23.888.606
2.B.4 Industrias de servicios TIC: portales web, procesamiento de datos, hosting y actividades relacionadas: CNAE 6311, 6312	1.463.178	1.429.509	1.380.058	1.467.631	1.442.973	1.544.183
2.B.5 Industrias de servicios TIC: reparacion de ordenadores y equipos de comunicación: CNAE 9511, 9512	1.174.940	998.028	912.504	872.517	1.044.541	1.146.697
<b>Total sector TIC</b>	<b>100.145.610</b>	<b>92.057.158</b>	<b>91.426.977</b>	<b>88.395.198</b>	<b>83.171.951</b>	<b>80.228.969</b>

*Sector TIC según CNAE 2009: 2611, 2612, 2620, 2630, 2640, 2680, 4651, 4652, 5821, 5829, 6110, 6120, 6130, 6190, 6201, 6202, 6203, 6209, 6311, 6312, 9511, 9512.*

Más allá de los posibles consensos sobre qué tecnologías componen el IoT, para poder hacer una estimación del sector es necesario basarse en las clasificaciones existentes sobre las que se disponga de datos procedentes de fuentes fidedignas. En este sentido AMETIC engloba dentro de Tecnologías IoT parte de la actividad realizada en los siguientes subsectores que componen el Hipersector TIC en España (AMETIC, 2015).

- Dentro de la agrupación **Componentes Electrónicos**, se considera que aportan actividad a las Tecnologías IoT el 10% de los ingresos procedentes de Componentes Electrónicos, el 5% de las Antenas, el 10% de la actividad de Subcontratación, y el 1% del negocio generado en fabricación de cables.
- Dentro de la agrupación **Electrónica Profesional**, se considera la aportación del 50% de la Electrónica Industrial, el 10% de la Electromedicina y el 50% de la actividad de Integración e Instalación.
- Dentro de la agrupación **Industrias de Telecomunicaciones**, se considera el 10% de la actividad desarrollada en Equipamientos de Telecomunicaciones y el 10% de la Integración de Sistemas y Servicios Asociados.



- En el ámbito de los **Servicios de Telecomunicación**, se estima que contribuye la Transmisión de Datos en un 80%.
- Dentro de **Tecnologías de la Información**, las actividades de Hardware, Software y Servicios TI contribuyen con un 8% de su actividad sobre las Tecnologías IoT.
- En el ámbito de las tecnologías englobadas en **Otras Actividades TIC**, se ha considerado que el 5% de la actividad del subsector de Electrónica del Automóvil y el 1% del Mantenimiento y Comercialización de Equipos electrónicos y componentes.

Según la descripción de la ponderación de actividad en cada una de las partidas anteriormente descritas, las Tecnologías IoT en España representaron en 2014 el 3% de la actividad del Hipersector TIC, que es lo mismo que decir que las Tecnologías IoT tuvieron un volumen de actividad económica real que asciende a 2.575 millones de euros (Acta Comisión Industria 4.0 AMETIC, 29 septiembre 2015).

Esta facturación en el sector de Tecnologías IoT, en el año 2014, indica que tiene ya un peso significativo dentro del tejido industrial español. Una de las conclusiones que se obtiene tras este análisis es que se hace complicado englobar las Tecnologías IoT como tecnologías emergentes. Aunque seguramente parte de estas tecnologías lo son, pero es evidente que existe una parte significativa de la actividad tecnológica que se viene realizando desde hace tiempo.

Sería necesario profundizar más en el conocimiento del sector para entender que estas tecnologías se engloban dentro de un nuevo paradigma tecnológico. Es cierto que las empresas que hay detrás de este sector de actividad de Tecnologías IoT, están en plena transformación para poder adaptarse a las nuevas necesidades del mercado, pero también es cierto que parte de la actividad que hoy denominamos como Tecnologías IoT, ya se venía realizando en España.

Algunas de las actividades comprendidas en esta cifra de negocio se desarrollan en industrias con una larga tradición en nuestro país. Estas se engloban principalmente en la Industria de Componentes Electrónicos, tanto la fabricación de componentes, como en la industria de subcontratación, que tan importante papel ha jugado como prestadora de servicios de la Industria de la Electrónica de Consumo, y que en los últimos años ha sufrido una contracción muy significativa.

Por otro lado se incluye en esta cifra de negocio una parte destacada de la actividad de transmisión de datos a través de tecnologías celulares, reflejado en ventas de tarjetas SIMs, y es el principal valor asociado actualmente a la actividad de conectividad entre máquinas.

La última de las actividades a destacar dentro de esta cifra de negocio es la vinculada a las tecnologías emergentes que comprende el desarrollo de Plataformas, el diseño de soluciones de *backend* o todo lo referente al tratamiento y toma de decisiones basadas en el análisis de datos, incluyendo el área de *Big Data*.

Puede que los datos proporcionados para 2014 respecto a la actividad desarrollada por las empresas españolas en este ámbito no sea muy significativa, pero se reflejará posteriormente cómo las previsiones de aumento de esta actividad en los próximos años ofrece unas expectativas atractivas.



### 3.1.3. El papel de la Administración como dinamizador del sector Tecnologías IoT

El Ministerio de Industria Energía y Turismo tiene una actividad dinamizadora en el sector de Tecnologías IoT. La Secretaría de Estado para la Sociedad de la información y la Secretaría General de Industria tienen el objetivo de velar porque este ámbito de actividad industrial de este sector siga creciendo. La **Agenda para el fortalecimiento del Sector Industrial en España** (Secretaría General de Industria y Pyme, Julio 2014) destaca entre los principales factores claves de tracción de la industria española:

- Estimular la demanda de bienes industriales con efecto multiplicador en la economía.
- Mejorar la competitividad de los factores productivos clave.
- Asegurar un suministro energético estable, competitivo y sostenible dentro de la UE.
- Reforzar la estabilidad y uniformidad del marco regulatorio español.
- Incrementar la eficiencia y la orientación al mercado y a los retos de la I+D+i.
- Apoyar el crecimiento profesional de las pymes españolas.
- Adaptar el modelo educativo a las necesidades de las empresas.
- Aumentar el peso de la financiación no convencional en las empresas.
- Apoyar la internacionalización de las empresas industriales y diversificación de mercados.
- Orientar la capacidad de influencia de España a la defensa de sus intereses.

Aunque no es objeto de este informe el profundizar en cada una de estas líneas de trabajo marcadas como prioritarias por la Secretaría General de Industria, se podría considerar la conveniencia de incluir el sector de Tecnologías IoT como nueva denominación de actividades industriales ya existentes y como nomenclatura paraguas de actividades tecnológicas industriales de nueva generación. Esta actividad presenta una alta potencialidad para convertirse en actividad tractora tanto por sus buenas previsiones de crecimiento, como por la contribución a mejorar la competitividad del resto de la industria. Partiendo de esta premisa, es fundamental entender bien cómo y de qué manera va a convertirse el IoT en un generador de demanda industrial o en un habilitador que genere ventajas competitivas a cada una de las industrias.

### 3.1.4. El sector industrial Tecnologías IoT como tractor de la economía española

Entre las características de tracción industrial que presenta el IoT destacan dos:

- Su capacidad generadora de nuevos productos y servicios conectados.
- Su capacidad para interconectar elementos de la cadena de valor industrial.

La primera de estas características responde a la oportunidad que el IoT representa por sí mismo como nuevo sector industrial. Las empresas que deseen optar a liderar la creación de esta nueva área de actividad dentro de la Industria 4.0 tienen varios retos que afrontar.



- El primero de estos retos es el disponer de un **caso de negocio** claro que a través de la definición de un nuevo producto o servicio conectado pueda alcanzar los niveles de inversión requeridos para hacer viable el desarrollo del producto o solución.
- Además, la empresa que quiera posicionarse en este nuevo sector debe de disponer de los **perfiles profesionales** con las aptitudes y actitudes requeridas por la nueva economía digital.
- Es altamente recomendable que las empresas de este sector sean capaces de desarrollar su actividad en **soluciones estándar y abiertas**, así como **robustas y seguras** con bajos niveles de vulnerabilidad por terceros.
- Las empresas que constituyan y desarrollen este nuevo paradigma tecnológico deben ocuparse de crear un **nuevo ecosistema industrial** que posibilite y potencie la generación de demanda.

La segunda de estas características que representa también un factor de tracción económica del IoT es su capacidad para interconectar elementos de la cadena de valor industrial. Si la digitalización de los procesos, tanto en el diseño como en la elaboración de productos, ha traído grandes mejoras de eficiencia y calidad en la actividad industrial, con la consiguiente generación de valor para los usuarios finales, las posibilidades que ofrece conectar la cadena de valor industrial horizontalmente vuelve a ser una mejora que de forma disruptiva transformará los procesos industriales. Será necesario que las industrias aborden un cambio cultural y conceptual de los procesos, dado que ahora es posible generar información de todo el proceso de producción, al mismo tiempo que se puede almacenar la información, ordenarla, procesarla y a través de la implantación de nuevos algoritmos en los procesos productivos, será posible predecir y anticipar la toma de decisiones sobre los procesos productivos.

### 3.1.5. Una oportunidad para desarrollar ecosistemas industriales abiertos

La Industria 4.0 se caracteriza por la creciente digitalización e interconexión tanto de los productos que genera como de la forma en que los diseña y produce. Esto implica la necesidad de desarrollar nuevos modelos de negocio y nuevas formas de entender la colaboración entre los distintos agentes que componen este ecosistema industrial de futuro.

Las Tecnologías IoT también pueden aportar a la Industria española una nueva forma de entender la colaboración y participación entre los distintos agentes que componen actualmente el ecosistema industrial, ya que su actual modelo no responde a los retos que plantea la Industria 4.0, siendo una visión compartida por la mayoría de los actores que forman el ecosistema. La falta de comunicación entre el mundo de la investigación y la industria y la inexistencia de una metodología que permita la transferencia tecnológica entre universidades y empresas, son las dos carencias más destacadas entre los expertos consultados. Tampoco la estrategia en I+D+i de los partícipes en el ecosistema alcanza el reconocimiento de sus miembros.

Es por tanto muy positivo el desarrollo de una importante industria de Tecnologías IoT en España, dadas sus características intrínsecas tales como la alta contribución tecnológica de la que se componen sus productos, así como la necesidad de compartir esfuerzos de innovación tecnológica entre los distintos intervinientes en el ecosistema. También cabe destacar que además de la creación de un nuevo ecosistema



industrial abierto e innovador, el desarrollo de empresas de nueva creación en el entorno de la Tecnologías IoT permite el fortalecimiento de nuevas formas de entender el desarrollo de actividades de I+D+i en el sector industrial. Esto se refiere a las tendencias de externalización de las líneas de I+D+i de los grandes líderes sectoriales en empresas de nueva creación, mayoritariamente *spin off* del entorno universitario y de centros de investigación españoles.

En referencia a los roles que los diferentes actores de un ecosistema industrial abierto deben tener, el Profesor de la Universidad de Cantabria, Luis Muñoz opina.

*“Hay que insistir en la necesidad de involucrar a los diferentes actores fomentando su interacción para lo cual es fundamental que las administraciones estimulen la colaboración mediante la creación de marcos apropiados, el sector empresarial debe convencerse de la necesidad de invertir en innovación con objeto de seguir siendo competitivo, la universidad debe seguir aproximándose a la empresa para postular nuevas soluciones que formen parte del estado del arte, los operadores deben evolucionar a novedosos modelos de negocio en los que el cliente ya no es aquél emplazado en un extremo del tradicional bucle de abonado*

El Profesor Gonzalo León, Director del Centro de Apoyo a la Innovación Tecnológica de la Universidad Politécnica de Madrid, pone la atención en un artículo de reciente publicación, en el que se identifica la necesidad de generar “ecosistemas abiertos de innovación industrial” en los que la Universidad en colaboración con la Industria trabajen conjuntamente en casos de éxito en los que la investigación y uso intensivo y avanzado de tecnología, constituyan el motor principal de la mejora de la competitividad industrial.

Dentro de este artículo (León, Gonzalo, 2015) se destaca una serie de recomendaciones para fortalecer y mejorar el desarrollo exitoso de nuevas industrias en el ámbito regional en base a la creación de ecosistemas abiertos de innovación industrial, pero fortaleciendo el papel público y de búsqueda del interés general de las universidades a través de la generación de fuertes vínculos y compromisos compartidos con la industria sectorial. Esto es:

1. Promover ecosistemas de innovación con la participación de usuarios avanzados en innovación independientemente de su origen público o privado.
2. Definir instrumentos adecuados para hacer partícipes a las distintas administraciones y empresas de los nuevos procesos de innovación.
3. Definir nuevos modelos de gobernanza para el desarrollo de ecosistemas innovadores.
4. Identificar y definir atractivos visibles para el desarrollo de un ecosistema que sea percibido positivamente en el exterior.
5. Redefinir el rol de centro de investigación con titularidad conjunta de Administraciones públicas y empresas privadas que permita por un lado ser utilizado como conexión entre los distintos actores del sistema de innovación.





Para Josep Paradells de Fundació i2CAT,

*“Las empresas y las administraciones no son conscientes de la importancia que va a tener las Tecnologías IoT y sus implicaciones en la Industria del futuro, y mucho menos en la Industria 4.0... Los centros de investigación tienen la oportunidad de adelantar al sector empresarial las soluciones tecnológicas de IoT. Deberían ser capaces de asesorar a la empresa y de ofrecer principalmente a la pequeña empresa, la tecnología que es necesaria para el uso del IoT”*

### 3.1.6. España necesita potenciar su sector de Tecnologías IoT

Como conclusión sobre la necesidad de la Industria española en contar y potenciar las Tecnologías IoT, se puede establecer que no solo existe una demanda desde la propia industria, sino que en general, la economía española las necesita, incluyendo sectores claves como la sanidad, el medio ambiente o la educación.

Las Tecnologías IoT ofrecen amplias posibilidades para transformar los servicios, la calidad de vida de las personas o la forma de funcionar de las ciudades. Es evidente que la Industria española empieza a obtener los primeros beneficios de transformarse en una Industria conectada, pero su mayor beneficio se generará cuando los productos y servicios que genere incluyan en sí estas tecnologías y estén concebidos para estar siempre conectados. Esta es una tendencia que ya se puede constatar en el mundo de los servicios, si bien resta que estos sean diseñados y producidos por la propia industria española. Para lograr este objetivo, la Industria española no puede ir sola, necesita apoyarse en un ecosistema industrial abierto.

## 3.2. Desarrollo del ecosistema de dispositivos

El desarrollo de dispositivos conectados en España ha experimentado un cambio de tendencia. La creación de nuevas empresas de diseño y fabricación de dispositivos y la transformación de algunas de las ya existentes está suponiendo en los últimos años el resurgir de la industria electrónica.

La creación de empresas en este ámbito de actividad industrial ha estado motivado, entre otros motivos, por las expectativas generadas en torno a las *Smart Cities*, la aparición de nuevas soluciones de comunicaciones radio de corto y largo alcance, algunas experiencias de transferencia tecnológica entre Universidades / Centros de Investigación y la industria, o la externalización de parte del I+D+i de algunas grandes empresas españolas en otras que basan su actividad en los nuevos paradigmas tecnológicos.

Todos estos hechos, permiten predecir que, de continuarse con esta tendencia positiva, se podrá hablar muy pronto de la recuperación y transformación de este sector de la industria.

### 3.2.1. La adaptación del CNAE como registro para los fabricantes de dispositivos IoT

Como ya se ha comentado, para entender cuál es el estado de desarrollo de la industria de dispositivos en España, una de las opciones más sólidas es la de fijarse en las cifras de evolución de determinados grupos del CNAE, especialmente en el grupo 26 “Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos”. Sin embargo, un análisis de los datos arrojados por este sector revela que está seriamente



comprometido por el hecho de que existen muchas empresas desarrollando actividades claramente vinculadas a IoT y que se encuentran registradas en epígrafes distintos, bien por una orientación inicial de actividades distintas o por cubrir áreas complementarias.

Con el objetivo de conseguir un análisis más sólido, se recomienda estudiar esta actividad industrial observando también los siguientes apartados del CNAE:

- Fabricación de ordenadores, periféricos, equipos de comunicación y productos electrónicos similares.
- Fabricación de componentes para tales productos.

Los procesos de producción de estas divisiones se caracterizan por el diseño y el uso de circuitos integrados y la aplicación de tecnologías de miniaturización electrónica altamente especializadas. Este grupo comprende asimismo la fabricación de productos de electrónica de consumo, equipos de medida, verificación y navegación, dispositivos de radiación, electro médicos y electro terapéuticos, e instrumentos y equipos ópticos, así como la fabricación de soportes magnéticos y ópticos. Cuando se habla de este subsector tecnológico han de tenerse en cuenta una serie de consideraciones,

- Hay que partir de que en España existe una **tradición histórica** en este tipo de actividad industrial y son una base fundamental sobre la que se está sosteniendo el nuevo sector de Tecnologías IoT.
- Su **distribución geográfica** tradicionalmente también ha variado poco, concentrándose esta actividad principalmente en la Comunidad de Madrid, Cataluña, País Vasco, Galicia, Comunidad Valenciana y Andalucía.
- Su **vinculación a otras industrias** en la mayoría de los casos es evidente, ya que ofrecen tradicionalmente servicios de diseño, producción y validación transversalmente en múltiples sectores. Cabe destacar que se trata de un sector industrial que ha visto reducida su participación dentro de la industria nacional en los últimos años y ha sufrido la presión de los componentes fabricados en los países asiáticos como su mayor amenaza. Un parte de esta industria ha reconducido su actividad al diseño y montaje de componentes, externalizando las actividades de producción a los países asiáticos.

Esta es la visión histórica de un sector que se está transformando en los últimos años, pero del que aún es difícil contrastar con datos estadísticos actualizados la afirmación. Los motivos que dificultan ofrecer estos datos se debe a que la tendencia de creación de nuevas empresas en estos sectores en la mayoría de los casos no supera los cinco años de vida y su contribución al PIB en este periodo ha sido reducida. Por otro lado los datos estadísticos disponibles son del año 2012, en plena fase de recuperación económica.

### 3.2.2. El origen de la nueva generación de fabricantes de dispositivos

Una de las áreas en las que España ha destacado de una forma más notoria en los albores del desarrollo del IoT ha sido en la creación de nuevas empresas dedicadas a la fabricación de objetos conectados. La coincidencia de varios factores junto a la previsión en un futuro inmediato de una creciente demanda de bienes y servicios procedentes de Tecnologías IoT, han provocado que surjan nuevas compañías y que se transforme la actividad de otras más antiguas de gran actividad en el área de los componentes elec-



trónicos y equipos de telecomunicaciones. Estos factores clave pueden resumirse en varias situaciones del mercado.

- En España se producen tradicionalmente **bienes y servicios demandantes TIC** como son la industria del automóvil, la industria aeroespacial, los servicios urbanos y las actividades vinculadas a la protección del medio ambiente, el Turismo, la sanidad, la distribución de la energía, la agricultura, el transporte, etc. La demanda en estas áreas de soluciones IoT es creciente.
- España dispone de Universidades, Centros de Investigación e Institutos tecnológicos de reconocido prestigio europeo, y su **activa participación en punteros proyectos europeos** con alta incorporación de I+D+i ha sido otro elemento clave en el impulso de esta área.
- También disponemos de un número muy considerable de **ingenieros con amplia experiencia en ámbitos de actividad TIC**, lo cual ha creado un caldo de cultivo de este nuevo sector.
- La **crisis económica** en la que se ha visto inmersa España en los últimos años ha provocado que por un lado un número importante de profesionales con dilatada experiencia en sectores TIC dejaran sus puestos de trabajo, otro grupo de ingenieros de reciente titulación encontraran muy difícil encontrar su primer trabajo y por otro lado algunos docentes quisieran liderar personalmente la transferencia de I+D entre la Universidad y la Industria.
- Finalmente habría que destacar los casos de **empresarios y profesionales de la industria** que han visto en el ámbito del IoT una nueva oportunidad de negocio.

### 3.3. Desarrollo del ecosistema de plataformas y servicios en España

La actividad de desarrollo de plataformas tecnológicas y aplicaciones en el ámbito del IoT ha crecido significativamente y ha alcanzado reconocimiento internacional en los últimos años, convirtiéndose en dinamizador del sector. Este ámbito de actividad tecnológica es por tanto el que más se ha desarrollado entre las distintas Tecnologías IoT.

Este crecimiento se refleja también en el posicionamiento adquirido por las empresas españolas del área en la definición de soluciones diversas, como por ejemplo de gestión ciudad o en un amplio rango de aplicaciones que se focalizan en dar servicios dentro de la cadena de valor de algunos mercados verticales. Las razones que han provocado este rápido crecimiento se deben a distintos factores:

- La **fortaleza que presenta tradicionalmente nuestra industria TIC** en el desarrollo de aplicaciones anima al sector a dirigirse a esta área de actividad debido su baja barrera de entrada.
- El **esfuerzo que supone entrar en el mundo del hardware** y los costes asociados, han provocado un menor interés de los emprendedores de la industria española en fabricar dispositivos y centrarse en soluciones de plataforma y aplicaciones. Las actividades focalizadas en torno al comercio electrónico, y la de creación de contenidos en redes sociales o servicios en movilidad de alto valor añadido tecnológico ha dotado a nuestro país de un **importante número de profesionales** con



experiencia en actividades relacionadas con el ámbito de diseño y desarrollo de plataformas y soluciones tecnológicas.

- Por último existen interesantes iniciativas en el ámbito de la **formación post grado e investigación aplicada** entorno al tratamiento de los datos, inteligencia de negocio, técnicas *big data*, etc. que tienen su origen en la información generada por los objetos conectados en despliegues IoT de distinta índole.

### 3.4. El papel de los Operadores en la dinamización de la Industria 4.0 en España

En España los Operadores de Telecomunicaciones juegan un importante papel en su relación con la industria como prestadores de servicios de conectividad, tanto a las empresas como a sus clientes. Además de este factor, la mejora continua del ancho de banda disponible ha impactado positivamente en la Industria de nuestro país abriendo las puertas a nuevos servicios y aplicaciones para la propia empresa y para sus clientes.

El enfoque de una Industria Conectada basada en el ancho de banda y en la velocidad de acceso de las industrias y sus proveedores es necesario, pero incompleto. Por propia definición, este deberá también centrarse en las distintas tecnologías que permiten interconectar equipamiento, localizaciones e incluso distintas industrias, siempre con un enfoque abierto y estándar.

Para poder hacer un análisis de la implantación de los operadores en la industria española, sería conveniente la obtención de datos acerca de la implantación de soluciones de conectividad entre máquinas dentro de la misma. La dificultad radica en que no existen informes estadísticos al respecto, ya sea a través de soluciones fijas o redes dedicadas. Hay que tener en cuenta que estas redes fijas de conectividad en muchas ocasiones se despliegan basándose en el uso de frecuencias libres y estándares cerrados.

Entonces, para poder analizar cómo evoluciona la Industria Conectada 4.0 en España desde el punto de vista de los operadores, habrá que basarse en el dato sobre conectividad M2M, excluyendo sistemas cerrados y de frecuencia libre, que ofrece la Comisión Nacional de Mercados y Competencia a través de sus informes anuales y trimestrales. A continuación se incluyen dos cuadros con datos aportados por los Operadores en las encuestas que realiza la CNMC al respecto. Estos datos no implican su uso directo en máquinas y pueden caer dentro de otras aplicaciones, si bien es un factor válido para constatar la evolución del mercado.

**TABLA 4**  
Líneas M2M por año (2003-2013). Comunicaciones móviles

	Líneas asociadas a máquinas (M2M)										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Líneas M2M	0	201.988	268.045	660.956	1.111.136	1.470.234	1.847.561	2.129.275	2.489.425	2.796.432	3.113.374



**TABLA 5**  
Líneas M2M por trimestre (2012-2014). Comunicaciones móviles

	Líneas asociadas a máquinas (M2M)										
	I/2012	II/2012	III/2012	IV/2012	I/2013	II/2013	III/2013	IV/2013	I/2014	II/2014	III/2014
Líneas M2M	2.552.065	2.644.748	2.708.714	2.796.432	2.877.550	2.970.216	3.036.585	3.113.374	2.596.502	2.695.267	2.888.983

*El número de líneas asociadas a máquinas no tiene porqué coincidir con lo publicado en el Informe Económico de las Telecomunicaciones y del Sector Audiovisual, debido a que el número de operadores requeridos con periodicidad trimestral es menor.*

En la primera de las dos tablas se observa como las conectividades M2M empiezan a tener un peso relevante en España a partir del año 2007 en el que se supera el millón. En seis años el número de conectividades se ha triplicado.

Si se analizan los datos trimestrales ofrecidos por la segunda tabla se observa cómo la tendencia es de estabilidad en el número de conexiones M2M y en algunos casos se ve cómo la tendencia pasa a ser descendente.

Unos de los motivos que pueden explicar el comportamiento plano en la tendencia de las conectividades M2M en España es la aparición de otras soluciones de conectividad más optimizadas en conectividad de las máquinas u objetos conectados. En este tipo de redes los elementos se conectan entre sí de forma mallada o a través de concentradores y estos van a través de una pasarela que a su vez se conecta a un troncal (cableado, celular, WiFi, etc.).

Este tipo de soluciones están siendo ampliamente utilizadas en el mundo de la tele-lectura o *metering* de contadores. Tanto para luz, gas o agua se están implantando soluciones de conectividad con poco uso de SIMs M2M .

También se debe prestar atención a la aparición de nuevas soluciones de conectividad de largo alcance en bandas libres o licenciadas que están apareciendo en España. Ya existen despliegues de tecnologías LPWA que dan cobertura a las principales ciudades de nuestro país. Este es, como ha quedado ya indicado, el caso del despliegue realizado en todo el país por el gestor de infraestructuras de telecomunicaciones Cellnex Telecom con tecnología Sigfox.

## 4. Barreras y palancas para las empresas del nuevo paradigma tecnológico en España

### 4.1. Barreras

En una reciente publicación de Gartner (Gartner, Abril 2015) se hace una reflexión en relación a las barreras que deberán ser superadas por las Tecnologías IoT antes de poder a llegar ser consideradas de uso masivo:

*“Las Tecnologías IoT muestran los primeros signos de implantación en un importante número de empresas. Sin embargo, una serie de obstáculos e incertidumbres significativas deben resolverse antes de que ocurra la adopción masiva por los usuarios de estas Tecnologías IoT”.*



La identificación de este tipo de barreras pasa por un análisis de las limitaciones propias que deben realizar las distintas empresas que quieran crear soluciones para el sector. Esta tarea se podrá realizar de forma autónoma, si bien la experiencia revela la conveniencia de contar con la consultoría adecuada al respecto de distintos actores con conocimiento del mercado. Para este informe hemos identificado una serie de barreras y limitaciones importantes a considerar.

#### 4.1.1. Necesidad de conocimiento específico de los mercados verticales

Una de las principales conclusiones entre los reportes de las empresas pioneras del sector IoT es que entre las barreras para el desarrollo de plataformas y soluciones tecnológicas cabe destacar significativamente que se requiere un profundo conocimiento de la actividad o del sector, mucho más allá del básico que se puede tener como usuario del servicio final.

Esta es la primera barrera de acceso para muchas empresas a la hora de abordar soluciones específicas y afecta tanto a grandes empresas cuando, por ejemplo, quieren dar soluciones integradas a Ayuntamientos para su gestión municipal, como a empresas de menor dimensión cuando quieren abordar soluciones específicas y focalizadas para un ámbito de actividad concreto.

Para superar esta barrera, los expertos consultados recomiendan dos aproximaciones:

- El trabajo conjunto en el diseño de soluciones entre **profesionales con un amplio conocimiento del sector** al que va dirigido la aplicación y los expertos del ámbito del diseño, desarrollo software y hardware según el caso.
- La necesidad de contemplarse la **colaboración con empresas consultoras** que analicen en profundidad el sector objetivo y definan donde la tecnología puede aportar valor al transformar los procesos a través de la incorporación del IoT.

#### 4.1.2. Gestión de grandes despliegues IoT

Existe un riesgo importante de no realizar de forma adecuada la gestión de un amplio número de perfiles distintos de usuario y por otro lado de una gran cantidad de objetos conectados que proporcionan datos a la plataforma. Este problema es similar al que vivió la industria del desarrollo software en sus primeras aproximaciones al comercio electrónico mediante B2B como los *market place*. La realidad fue que pocas de estas soluciones llegaron a implantarse debido a la complejidad de incorporar un alto número de especificaciones originadas por otro una gran cantidad de intervinientes diferentes

Para evitar incurrir en estos mismos errores, es recomendable que las soluciones generadas desde Tecnologías IoT se focalicen en la creación de soluciones sencillas, correctamente estructuradas y que aporten claramente valor al usuario destinatario de la aplicación a la vez que favorezcan una gestión ligera en caso de grandes despliegues.



#### 4.1.3. Tamaño crítico de la empresa para la producción de grandes tiradas

Otra importante barrera para el desarrollo del sector es la falta de tamaño crítico de las empresas que componen el ecosistema español. El subsector dedicado al IoT necesita ganar dimensión y generar una demanda sostenible.

Nuestras empresas actualmente disponen de las capacidades necesarias para diseñar dispositivos, soluciones y hacer prototipos, lo que en terminología anglosajona se denomina *fabless design houses*. También son capaces de fabricar tiradas cortas de producto entre 1 y 500 sensores, incluso tiradas medianas de 5.000 sensores, pero tienen dificultades para producir o gestionar el suministro de pedidos de más de 50.000 sensores.

#### 4.1.4. Dependencia exterior en el diseño industrial

La última de las barreras al desarrollo del sector es la dependencia de terceros, ya sea en España o en otros países, para realizar el diseño industrial estético de los productos. La industria española de equipamiento electrónico y dispositivos requiera mejorar la calidad en diseño estético de producto ya que suelen externalizarlo en la mayoría de los casos.

En una cultura donde lo estético importa tanto o más que lo funcional, tener dificultades para diseñar dentro del ecosistema industrial nacional la propuesta atractiva visualmente del producto, hace muy dependiente a nuestra industria de terceros, en muchas ocasiones localizados fuera de España, en mercados en los que el diseño estético sí transmite todos los valores funcionales del producto.

La unión de las capacidades de diseño, tanto el diseño electrónico y funcional (ámbito del diseño industrial) como la del diseño estético (tanto en los dispositivos como en las aplicaciones que visualiza el usuario) son necesarias para ocupar un papel relevante entre las principales empresas del sector IoT a nivel mundial.

### 4.2. Palancas

Identificadas las principales barreras que el sector IoT español puede encontrar y sus principales limitaciones y debilidades, es momento de determinar las palancas que pueden ayudar a desbloquear estas situaciones y acelerar el desarrollo del sector.

#### 4.2.1. Capacitación de desarrollo de soluciones extremo a extremo

Una de las palancas que ayudarían al sector del desarrollo de plataformas y soluciones tecnológicas a ganar integridad y solidez es el de la capacitación de profesionales para el diseño de soluciones *extremo a extremo*. Aspecto este en que han coincidido todos los expertos consultados en los grupos de trabajo organizados por PwC y la EOI para este informe.

Una vez superada la barrera del conocimiento específico de los procesos de cada mercado vertical, el objetivo principal es el de poder proporcionar soluciones completas que den respuesta a necesidades concretas. Se debe actuar con mesura en este aspecto ya que un defecto es el de tratar de crear solucio-



nes que aborden todas las necesidades posibles de un sector de actividad, cuando el objetivo siempre deberá ser el de dar solución de principio a fin de una necesidad específica.

Por este motivo se ha de identificar el reto a alcanzar, qué decisiones se han de automatizar, a qué se quiere anticipar, qué riesgos se pretende evitar, etc. Una vez hecho, deberá identificarse la tecnología más apropiada dentro de la oferta disponible en el ámbito del IoT. De esta forma se trabajará en dos aspectos, el primero identificar la información que se requiere y por otro lado qué procesos se van a definir para automatizar su uso. Por último y una vez se ha establecido en qué fuentes de información se van a usar, se diseñarán aquellos objetos conectados necesarios y que hoy no existen. También puede darse el caso que estos dispositivos existan en el mercado, pero que presenten alguna limitación, como el uso de red, estanqueidad, alimentación, etc.

#### **4.2.2. Creación de un ecosistema industrial abierto e innovador de Tecnologías IoT en España**

Otra palanca que ayudaría a acelerar estos procesos de crecimiento y adopción del IoT para el despegue del mercado, es la generación de entornos colaborativos dentro de ecosistemas industriales abiertos. Hoy existen empresas y universidades que acumulan el conocimiento suficiente para aportar este tipo de soluciones a la industria española, pero no se dan las condiciones adecuadas de colaboración y participación que motiven el surgimiento de iniciativas de innovación y emprendimiento que aceleren el proceso de creación de este mercado. Es prioritario trabajar en la creación de estos entornos de colaboración ya que resulta difícil que una empresa que empieza o tiene un tamaño reducido sea capaz de aportar la solución “extremo a extremo” por sí sola. Con los socios adecuados y la colaboración entre empresas especializadas en dar una parte de la solución, seguramente a través de un trabajo conjunto se pueda alcanzar el éxito como grupo de trabajo alcanzándose resultados positivos para todas de las empresas.

#### **4.2.3. Generación de demanda de plataformas y servicios IoT en España**

Hoy no existe demanda suficiente de bienes y servicios para que la industria del IoT alcance el dimensionamiento adecuado. Es un hecho constatado que la demanda está aumentando de forma significativa, pero a todas luces no suficiente. Cuando se cuestiona a las empresas participantes del ecosistema, confirman incrementos en la facturación del 200 y 300% en los últimos tres años de forma acumulativa, lo cual es positivo, pero aún insuficiente. No solo se trata de que un pequeño número de empresas estén experimentando crecimientos exponenciales, se trata de que las cifras de acumuladas del sector reflejen que esta demanda se está consolidando. Seguramente se esté cerca de un cambio y se pueda vivir esta situación a medio plazo, pero no se da como hecho a día de hoy.

Existen dos aceleradores claves para empujar esta palanca de la demanda: el interno a la Industria 4.0, y el externo vinculado al resto de sectores que demanda servicios a la Industria.

En el primero se constata la necesidad de que la industria sea conectada en sí, esto implica dar soluciones completas dentro de la propia industria por medio de la conexión de todos los procesos productivos dentro de cada una de las empresas que forman la cadena de valor de la producción industrial. Cada una de ellas y todas entre sí. Este es el objetivo.

Tal y como se defiende y manifiesta desde el MINETUR, “*la Industria española será Industria Conectada o no será*”.





El segundo acelerador lo representan el resto de sectores demandantes de soluciones completas diseñadas con Tecnologías IoT. Aquí el riesgo es que la Industria española no sea capaz de aportar estos servicios y los potenciales clientes con necesidades diseñen sus soluciones fuera de nuestras fronteras. Situación que ya se está dando en casos concretos y que hay que trabajar por revertir.

#### 4.2.4. Difusión del ecosistema IoT en España

La última de las palancas identificadas está relacionada con el conocimiento que se tiene de las distintas empresas que componen el nuevo ecosistema industrial y de la difusión que se hace de las mismas.

Anteriormente se ha descrito la importancia de la colaboración entre los miembros del ecosistema para alcanzar soluciones que den respuestas a la demanda del mercado. Ahora esta colaboración ha de estar dirigida a que las empresas del ecosistema sean conocidas por el resto de sus potenciales clientes. Las empresas del nuevo paradigma deben intensificar sus esfuerzos en darse a conocer tanto en el ámbito nacional como internacional. Es un hecho que existe un gran desconocimiento del sector de forma global y esto afecta de forma importante a las palancas previamente introducidas.

## 5. La Industria 4.0 en España

### 5.1. Actores principales en la Industria 4.0 en España

La Industria española empieza a conocer los retos que plantea la Industria 4.0. De hecho son pocos los movimientos realizados hasta ahora a favor de definir una estrategia conjunta entre todos los participantes del ecosistema industrial.

En este informe se ha defendido que hay que trabajar en la consolidación formal de un “ecosistema industrial abierto e innovador”. A día de hoy no existe en España tal ecosistema, y el liderazgo en su creación no tiene por qué ser únicamente de la administración.

Así, se han revisado anteriormente algunas iniciativas de países de la UE en las que el liderazgo ha sido ejercido por empresas, sectores industriales o administraciones nacionales o locales. No existe por tanto un único modelo posible. Hay más de un modelo de ecosistema industrial abierto e innovador, pero este debe de existir.

De todos modos, aunque el modelo español de Industria 4.0 no ha de ser liderado únicamente por la Administración General del Estado, es normal que esta tenga un papel importante como iniciador y en la coordinación de las políticas industriales. También puede jugar un rol de dinamización en la creación de este “ecosistema industrial abierto e innovador”. Tampoco se ha de olvidar el rol de las iniciativas de ámbito autonómico de Industria 4.0.

En algunos países europeos existen iniciativas en torno a la Industria 4.0 y el desarrollo de las tecnologías del nuevo paradigma tecnológico, que combinan adecuadamente la participación de distintas administraciones con el papel activo de empresas, sindicatos, Universidades y Centros de Investigación, lo que termina generando ecosistemas industriales y sociales abiertos e innovadores.



### 5.1.1. Estudio Industria Conectada 4.0

Como ya se ha reflejado en otros apartados de este capítulo, el concepto “Digitalización de la Industria” aparece contemplado en la **Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España** (Secretaría General de Industria y Pyme, Julio 2014). Según esta guía de trabajo de la Secretaría General de Industrial del MINETUR, la digitalización industrial tiene como objetivo introducir y fomentar el uso intensivo de las tecnologías de la información y de las comunicaciones en las empresas industriales, para de esta forma conseguir productos con un mayor valor añadido en TIC que consecuentemente suponga un aumento de la competitividad de las empresas. Como ya se ha comentado esta estrategia encuentra su contraparte en la Agenda Digital para España (Ministerio de Industria Energía y Turismo, Febrero 2013) que es la otra guía de trabajo de la SETSI (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información).

El Proyecto “Industria Conectada 4.0, líneas maestras para la transformación digital de la industria española” (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, octubre 2015) es el punto de partida a una estrategia gubernamental de Industria 4.0. A través de este estudio, se puede conocer que visión tiene el MINETUR sobre Industria 4.0.

Tras una introducción de lo que es la iniciativa y una definición del término Industria 4.0 se define la misión de este estudio con el objetivo de definir la estrategia para la digitalización de la industria, y se definen tres objetivos:

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

Las líneas maestras del estudio indican que,

*“para impulsar la transformación digital de la industria española se definen cuatro líneas de actuación:*

- 1. Garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 de sus tecnologías asociadas, así como el desarrollo de competencias de Industria 4.0 en España.*
- 2. Fomentar la colaboración entre empresas de diversos sectores industriales, empresas tecnológicas, centros de investigación y otras entidades con el fin de promover el desarrollo de soluciones 4.0 adaptadas a las necesidades de la industria.*
- 3. Garantizar el desarrollo de una oferta española de habilitadores digitales.*
- 4. Promover la efectiva implementación de la Industria 4.0 en la industria española.*

*El estudio se detiene en analizar el “Desarrollo y disponibilidad de tecnologías que ayudan a unir el mundo físico con el mundo lógico que cambian las reglas del juego”*



Entre los “nuevos retos industriales” que plantea el estudio hay que destacar:

1. Usar métodos colaborativos para potenciar la innovación.
2. Combinar flexibilidad y eficiencia en los medios productivos.
3. Gestionar tamaños de series y tiempos de respuesta más corto.
4. Adaptar modelos logístico inteligentes.
5. Adaptarse a la transformación de canales (digitalización y omnicanalidad).
6. Aprovechar la información para anticipar las necesidades del cliente.
7. Adaptarse a la hiperconectividad del cliente.
8. Gestionar la trazabilidad multidimensional extremo a extremo.
9. Gestionar la especialización mediante la coordinación de ecosistemas industriales de Valor.
10. Garantizar la sostenibilidad a largo plazo.
11. Ofrecer productos personalizados.
12. Adaptarse el porfolio de productos al mundo digital.

La iniciativa Industria conectada 4.0 identifica tres grandes grupos de habilitadores tecnológicos:

- Los habilitadores de la hibridación del mundo físico y digital.
- Los habilitadores de comunicaciones y tratamiento de datos.
- Una tercera capa de habilitadores aplicando inteligencia a los datos así recibidos en aplicaciones de gestión.

### 5.1.2. Estudios sobre Industria 4.0 en Comunidades Autónomas

Por otro lado, algunas administraciones autonómicas en España también están promoviendo alguna iniciativa. Destacamos dos comunidades autónomas que por su marcado carácter industrial y por su clara apuesta por el desarrollo de la industria, están liderando el rol de las administraciones autonómicas en este ámbito. Son el caso de Galicia y País Vasco.

En el caso del País Vasco, el programa Basque Industry 4.0 tiene como objeto apoyar proyectos de Transferencia de Tecnología de “proveedores tecnológicos” (como, por ejemplo, los agentes de la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación) hacia empresas industriales manufactureras, en el ámbito de las TEICs (Tecnologías de la Electrónica, la Información y las Telecomunicaciones) aplicadas a la Fabricación Avanzada, que tengan un efecto de demostración y que permitan por lo tanto acelerar la transferencia al mercado de los resultados de los proyectos de I+D en TEICs.

La estrategia Basque Industry 4.0 plantea hasta 17 líneas de actuación en cuestiones relacionadas con la Ciencia, la Tecnología, la Innovación o el Sistema Educativo. Existe un grupo de pilotaje que realizará un seguimiento de este plan Uno de los retos más inmediatos es conseguir que todas las compañías vascas que apuesten por esta innovación dispongan de conexión a Internet de alta capacidad (fibra óptica y/o 4G).



Basque Industry 4.0 plantea una definición de Fabricación Avanzada que es la generación y aplicación de conocimiento, experiencia y tecnología de vanguardia para la creación de productos, componentes y servicios asociados de alto valor añadido, con gran potencial de impacto en términos de riqueza y empleo. Incluye la mejora de materiales, procesos, medios y sistemas, así como su aplicación en el desarrollo y fabricación de productos, componentes y/o servicios de alto valor añadido. Cubre las fases de pre-producción, producción y post-producción.

La iniciativa propone el impulso de los Centros de Fabricación Avanzada (CFA) que son un ejemplo de colaboración público-privada con la participación de instituciones, agentes c-t, organizaciones clúster y empresas tractoras.

Los CFAs permiten validar y demostrar la fabricabilidad de nuevos prototipos y la viabilidad de nuevos procesos, medios y sistemas de fabricación en entornos representativos.

La iniciativa pone a disposición de las empresas infraestructuras y conocimientos avanzados desde una colaboración público-privada que permite compartir el esfuerzo inversor y el mantenimiento de una estructura.

En el caso de Galicia, la iniciativa Industria 4.0 se articula a través de la Agenda de la Competitividad Industrial Gallega.

La Xunta persigue a través de su política de Industria 4.0 incrementar el peso de la industria en el PIB en 6,5 puntos hasta conseguir el 20% en el año 2020, creando 50.000 nuevos empleos de calidad durante este período.

Con el desarrollo de la Agenda, la Xunta aspira a modernizar la industria gallega a través de la innovación, estableciendo nuevas fórmulas de producción que mejoren su competitividad, e impulsando la fabricación de productos diferenciados y de calidad.

Para conseguir estos retos, la Agenda apuesta por el equilibrio entre el refuerzo de los sectores tradicionales y el impulso de los emergentes así como por la diversificación de productos. La agenda persigue la hibridación multisectorial, que supone la interconexión de sectores distintos en la búsqueda de aprovechar las sinergias entre ellos para mejorar su competitividad en el mercado global.

La agenda gallega tiene una clara orientación sectorial con el objetivo tanto de reforzar sectores estratégicos de la economía gallega –agroalimentario, automoción, naval, forestal o textil–, como de impulsar otros emergentes y de mayor valor añadido, como el aeronáutico, el biotecnológico o las TIC.

De este modo y a través de este mecanismo la Xunta de Galicia la denominada Industria 4.0, compuesta por fábricas inteligentes, automatizadas, flexibles, interconectadas, sostenibles y sociales, que cuenta con espacios compartidos entre humanos y máquinas, y otorga más responsabilidades a las personas, más cualificadas y bien formadas, capaces de gestionar eficientemente los nuevos ámbitos productivos.



### 5.1.3. Ejemplo de iniciativa empresarial sectorial en el ámbito de la Industria 4.0.

Dentro de las iniciativas promovidas desde el mundo privado y empresarial, cabe destacar la creación de la Comisión Industria 4.0 de AMETIC, cuyos objetivos son:

- Identificación y difusión de las principales empresas que trabajan con la Industria 4.0.
- Promover que **AMETIC** y su **Comisión Industria 4.0** se conviertan en el foro de referencia para las empresas, a la vez que proporcione soluciones basadas en los nuevos paradigmas tecnológicos en el ámbito de la Industria 4.0.
- Colaborar en el desarrollo de un **Plan Estatal de Industria Conectada 4.0** (IC 4.0), promovido por el **Ministerio de Industria**, que incluya acciones específicas de ayuda a la implantación de las TIC en la Industria: subvenciones, deducciones fiscales, programas de difusión de estas tecnologías, formación, mentoring.
- Velar por que se desarrollen **diagnósticos sectoriales** de implantación de las TIC en la Industria 4.0. Participar en las recomendaciones a los sectores.
- Ayudar a que se establezcan **métricas** de transformación de la Industria en 4.0.
- **Promover Acciones legislativas/regulatorias** en colaboración con Comisión de Industria del Parlamento.
- Incremento de la participación de empresas españolas en proyectos de I+D sobre I4.0. Identificar el **mapa de iniciativas europeas** en este ámbito.
- Promover la creación de un **observatorio Industria 4.0**.
- Promover la **inversión de Venture Capital** de ámbito TIC en estas iniciativas y defender medidas fiscales favorables para estos inversores.

### 5.2. Previsiones de crecimiento del sector Tecnologías IoT dentro de la Industria Conectada 4.0 en España.

En el apartado 3.1.2 de este capítulo, se ha analizado según las estimaciones de AMETIC, cuál es el peso del sector Tecnologías IoT en España.

En este apartado, se tiene como objetivo hacer una primera estimación de qué volumen de negocio pueden representar el sector IoT en el año 2024. Para ello se deberá estimar cuál será su crecimiento durante los próximos diez años.

Se toma como punto de partida el año 2014, sobre el que se define la contribución de cada línea de actividad del hipersector TIC a la industria de Tecnologías IoT.



Tal y como se ha explicado durante este capítulo, el desarrollo de un nuevo sector industrial basado en las Tecnologías IoT tiene un doble efecto positivo en la economía. El primero como sector industrial aportando activamente a la creación de empresas, generación de empleo neto, incremento de las exportaciones, en definitiva como un claro contribuyente a la creación de riqueza. El segundo efecto positivo, viene producido porque está demostrado que la incorporación de tecnología en cualquier sector genera eficiencias y aumenta las capacidades productivas del mismo. En este informe se han realizado algunas referencias al importante papel que juegan las Tecnologías IoT por su condición de habilitador tecnológico de la Industria 4.0, pero no se cuantifica el efecto dinamizador que tiene sobre otros sectores económicos.

El alcance de este apartado es hacer una estimación del impacto positivo que el desarrollo del sector de Tecnologías IoT puede llegar a tener en los próximos diez años. No se tratará en este estudio la estimación del impacto que el desarrollo de estas tecnologías tendrá en el resto de los sectores económicos, aunque se sientan las bases para poder hacerlo en futuros estudios.

Según se ha detallado previamente, las Tecnologías IoT durante 2014 representaron en España 2.575 millones de euros de facturación. A partir de ese dato hay que estimar los índices de crecimiento para los próximos diez años.

La aproximación a este dato puede realizarse de dos formas. La menos compleja consistiría en usar las estimaciones de consultoras o empresas como Gartner, McKinsey, Berg Insight, Analysys Mason, IDC, o CISCO para el año 2025 y hacer una ponderación sobre la estimación de objetos conectados en el mundo respecto a la participación de la economía española en la mundial. Una vez obtenido este dato, se debería desarrollar un modelo que explique cuál es la contribución al PIB de España que genera cada objeto conectado.

De igual forma que se calcula este dato teórico para 2025 y dado que en algunos estudios ya se menciona el número de objetos conectados en 2014 en el mundo, se podría suponer que aplicar el mismo tipo de análisis debería dar el número de objetos conectados en España en 2014.

La realidad es que cuando se calcula la cifra de objetos supuestamente conectados en España en estos momentos dista mucho de la realidad, por lo que no parece aconsejable basarnos en los datos a nivel mundial para sacar conclusiones del sector en España. Se revela de esta manera difícil el establecer un criterio que ayude a determinar cuál es la contribución que la economía española hace al mundo de los objetos conectados. Es por esta razón que en este informe se desestima hacer una previsión del volumen de ingresos del sector Tecnologías IoT en 2024, en base a la previsión de objetos conectados en el mundo.

Hasta el momento de la publicación de este informe son pocos los datos publicados del peso de Tecnologías IoT en España. En julio de 2015 la consultora y analista de mercados International Data Corporation (IDC), publicó que el mercado español de Tecnologías IoT, representa alrededor del 9% del mercado total de Europa Occidental, con algo más de 8.100 M Euros en 2015. Cifra que, de acuerdo a los datos de IDC, se duplicará en los próximos tres años, alcanzando 16.400mn Euro en 2018.

Considerando de gran valor este dato de IDC, en este informe se ha considerado que para poder estimar el peso que tendrá en 2024 el sector de Tecnologías IoT en España, es adecuado basarse en la estimación de crecimiento calculadas por AMETIC.



Como ya hemos comentado AMETIC basa su cálculo en cada una de las áreas de actividad identificadas como contribuyentes a este sector IoT de la Industria española.

Para poder entender mejor la aproximación, cabe recordar las áreas de actividad dentro del subsector Tecnologías IoT:

- Componentes Electrónicos: Componentes Electrónicos, Antenas, Subcontratación, Cables.
- Electrónica Profesional: Electrónica Industrial, Electromedicina,, Integración e Instalación.
- Industrias de Telecomunicaciones: Equipamientos de Telecomunicaciones, Integración de Sistemas y Servicios Asociados.
- Servicios de Telecomunicación: Transmisión de Datos sobre Redes.
- Tecnologías de la Información: Hardware, Software y Servicios TI.
- Otras Actividades TIC: Subsector de Electrónica del Automóvil y Mantenimiento y Comercialización de Equipos electrónicos y componentes.

En la estimación de las tasas de crecimiento del sector Tecnología IoT, conjuntamente con AMETIC, se ha procedido a establecer grupos de trabajo y realizar una serie de entrevistas personalizadas con los principales actores. A todos ellos se les ha preguntado por su estimación de crecimiento del sector y por datos concretos sobre su empresa. En cada caso particular se han consultado los datos de facturación de los últimos tres años y las estimaciones de crecimiento para el año actual y los próximos dos ejercicios. Este estudio ha permitido tener un criterio válido de crecimiento por cada una de las áreas de actividad antes descritas, dado que se revela que no todas las áreas están creciendo de igual manera, ni parten de volúmenes de facturación similares.

La conclusión obtenida sobre la estimación de crecimiento para el sector Tecnologías IoT, es que en los próximos diez años multiplicara su facturación por un factor de 5,4 con tasas de crecimiento interanuales entre el 10 y el 30%. Se prevé pues que el sector Tecnologías IoT alcance un volumen de facturación estimado de 14.500 millones de euros en 2024.

Se deduce también que las áreas de actividad IoT que experimentarán un mayor crecimiento en los próximos cinco años son las de Desarrollo de Soluciones Verticales y Plataformas Tecnológicas o Back End.

Las empresas que mayor transformación experimentarán en su valoración como compañías serán las que consigan definir nuevos servicios basados en la aplicación de Tecnologías IoT. Será en estas actividades donde veremos un mayor interés por los *Venture Capital* u otros vehículos de inversión del capital riesgo en España.

El desarrollo de esta nueva industria y la variabilidad de volúmenes de producción tendrán un impacto en la recuperación de algunas áreas de actividad como la subcontratación en montaje de componentes electrónicos. Este sector ha experimentado una profunda crisis en los últimos años debido por una parte a que la contratación de este tipo de actividades se ha desplazado a países asiáticos y por otro lado a la desaparición de importantes empresas de electrónica de consumo en nuestro país.



El subsector de Componentes Electrónicos ya estaba mejorando sus expectativas de crecimiento dada la creciente demanda del mundo de la Electrónica del Automóvil, la recuperación de la fabricación de Bienes de Equipo para la industria, y las actividades asociadas a la Eficiencia Energética.

La industria de Componentes Electrónicos en España siempre ha jugado un importante papel en el desarrollo de otras industrias. Si con el fortalecimiento de todas las actividades antes mencionadas es capaz de mejorar los costes de fabricación y mantener los niveles de calidad tendrá una oportunidad muy interesante de crecimiento con el desarrollo de la Industria IoT en nuestro país.

En el ámbito de actividad de los Operadores de Telecomunicaciones también se experimentará un fuerte crecimiento. El volumen de objetos conectados alcanzará cifras hasta ahora difíciles de justificar.

Las soluciones de conectividad utilizadas serán diferentes. En los primeros tres años el protagonismo recaerá en soluciones fijas ya instaladas como pueden ser las soluciones de *metering* para el mundo de la luz el gas o la electricidad. También se constatará el uso de estas soluciones en *Smart Cities*. Rápidamente las soluciones de conectividad fijas se irán sustituyendo por soluciones de conectividad de largo alcance o también denominadas LPWA (Low Power Long Range), la previsión de máximo uso de este tipo de tecnologías es en los próximos cinco años. Como ya se ha comentado en este informe ya existen en España redes LPWA (p.ej. la de Cellnex con tecnología Sigfox) También se realizan despliegues de ámbito local con otras tecnologías LPWA como LoRa, aunque sin soporte de operador alguno de momento. Es fácil imaginar que se verán otros despliegues de este tipo de tecnologías en los próximos años. Por otro lado se prevé que algún Operador de Telecomunicaciones de ámbito nacional apueste por despliegues de tecnologías similares. A partir de los próximos cinco años el liderazgo en las comunicaciones lo tomará la tecnología 5G, aún por definir.

Otros ámbitos de actividad ayudarán a desarrollar la industria tecnológica IoT en España. No debemos olvidar la oportunidad de negocio que se abre para las empresas prestadoras de servicios en el ámbito de los habilitadores tecnológicos en la Industria Conectada 4.0.

Actividades como la definición de nuevos servicios basados en soluciones IoT, la ingeniería y desarrollo de productos, la digitalización de la cadena de suministro, la sensorización de los puntos de producción, o la incorporación de conectividad a los productos van a suponer la creación de nuevas empresas y la generación de nuevos puestos de trabajo.

La creación de un nuevo sector de actividad bajo el paraguas de Tecnologías IoT es una gran oportunidad para la economía española.

Es un axioma fácilmente defendible que el sector IoT, en los próximos años, acarreará una importante actividad económica, porque hoy se dispone de datos que lo confirman. La duda para la Industria española y su gran reto es cuánta de esta actividad van a ser capaces de captar nuestras empresas.

El sector de Tecnologías IoT es un sector global; los objetos conectados, las redes de comunicaciones, los protocolos, las plataformas y las aplicaciones pueden ser provistos por empresas de todo el mundo.





Hoy en España se prestan servicios altamente avanzados en lo que se refiere al diseño y concepción del uso de Tecnologías IoT, pero sorprende ver cómo la contribución de las empresas que forman parte de la Industria IoT ha sido poco relevante en la puesta en funcionamiento de estas soluciones desarrolladas por empresas españolas en el ámbito de los servicios.

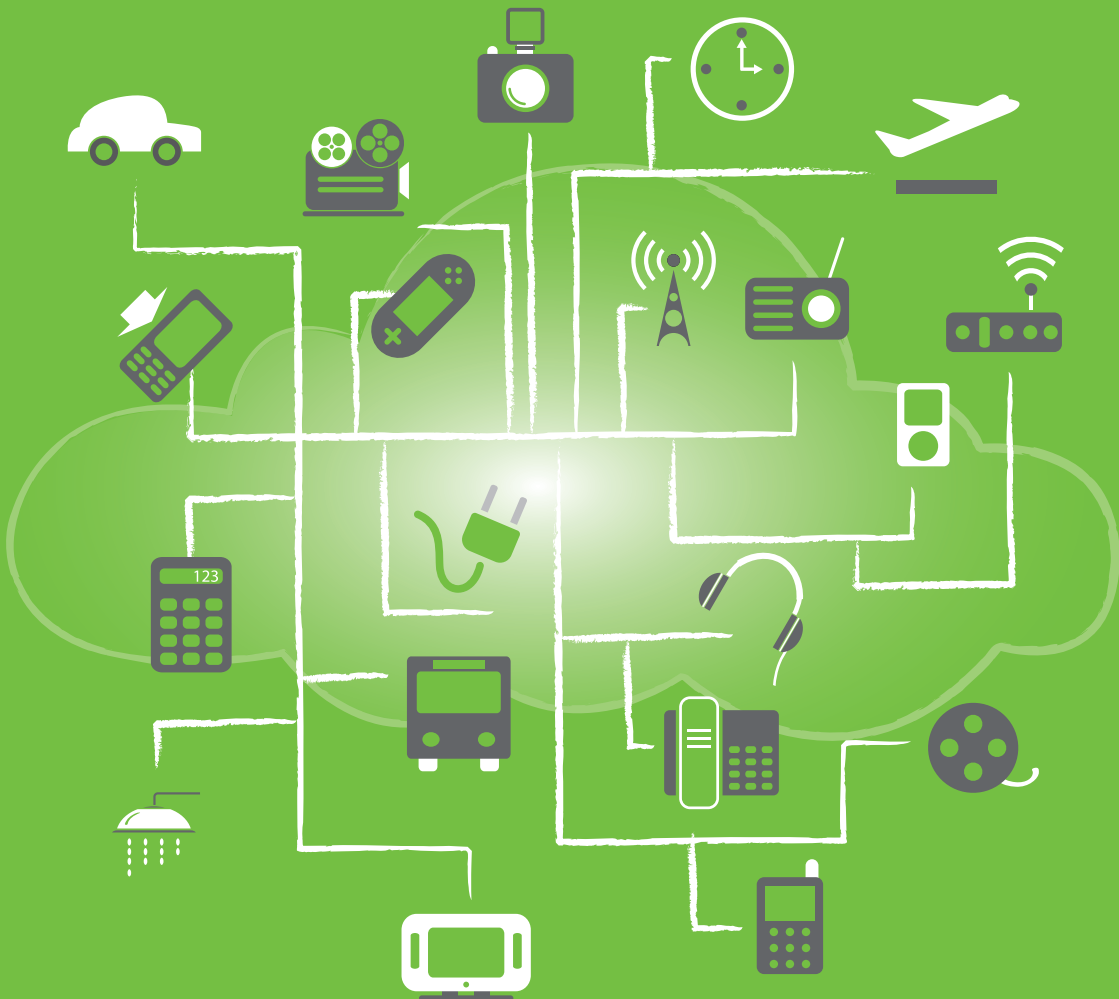
Por este motivo cualquier previsión que se pueda hacer desde este u otros informes será errónea si los distintos intervinientes de los nuevos ecosistemas industriales abiertos e innovadores no asumen su responsabilidad en el desarrollo y dinamización de este ecosistema.

Es responsabilidad de Empresarios, Universidades, Centros Tecnológicos, Agentes Sociales, Entidades Financieras y Administraciones públicas definir una estrategia conjunta para aprovechar las nuevas oportunidades que nos ofrecen las Tecnologías IoT y la transformación de la Industria 4.0. De no ser así la industria española perderá competitividad y se estará desaprovechando un nicho de creación de empleo y riqueza para España.



# 3

## EL PAPEL QUE JUEGA EL IOT EN UN MERCADO GLOBAL





## 1. Qué papel desempeña la Comisión Europea y las distintas iniciativas en I+D+i

El IoT se ha convertido en un elemento clave para la transformación de la sociedad y de la industria europea tal y como la conocemos ahora. Según Gartner, casi 5.000 millones de dispositivos estarán conectados en 2015, llegando a 25.000 millones en 2020.

Estas cifras muestran la relevancia del sector y la necesidad de aunar fuerzas que contribuyan a que Europa se alce como líder mundial en este campo en clara competencia con EEUU o los países asiáticos. Europa está decidida a participar en este reto y está dando los pasos necesarios para consolidar su posición en el IoT en áreas tan estratégicas como el despliegue de las futuras redes 5G.

La tecnología 5G aportará las capacidades necesarias para afrontar el aumento masivo en el uso de las tecnologías de la comunicación, especialmente inalámbricas, por parte de personas y dispositivos. No sólo será más rápida sino que aportará nuevas funcionalidades y aplicaciones de alto valor añadido para el ciudadano, la sociedad y la economía.

Desde La Estrategia de Lisboa, que fue aprobado en la reunión del Consejo Europeo en Lisboa en marzo del año 2000, la Unión Europea ha tenido claro el objetivo de hacer de Europa la economía más próspera, dinámica y competitiva del mundo. Para conseguirlo debía mejorar significativamente las iniciativas en I+D+i, haciendo especial hincapié en las nuevas y emergentes tecnologías.

El Consejo Europeo de diciembre de 2009 se propuso revisar la estrategia de Lisboa y como consecuencia surgió la Estrategia Europa 2020 y la Agenda Digital para Europa que fue concebida como una de las siete iniciativas emblemáticas de la Estrategia Europa 2020 adoptada por la Comisión.

La Agenda Digital tiene como principal objetivo desarrollar un mercado único digital para dirigir a Europa hacia un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Contempla 101 acciones agrupadas en 7 pilares:

1. Un mercado único digital dinámico.
2. Interoperabilidad y normas.
3. Confianza y seguridad.
4. Acceso rápido y ultrarrápido a Internet.
5. Investigación e innovación.
6. Fomento de la alfabetización, la capacitación y la inclusión digitales.
7. Beneficios que hacen posibles las TIC para la sociedad de la UE.

La Agenda Digital para Europa quiere relanzar la economía europea y ayudar a los ciudadanos y empresas de Europa a sacar el máximo partido de las tecnologías digitales sentando las bases de la revolución que se avecina.



Para ello está desarrollando un gran esfuerzo inversor a través de los programas de financiación europeos para no quedar rezagado en la carrera hacia el IoT. A continuación se comentan algunas de las iniciativas más relevantes puestas en marcha en el seno de la unión Europea en este sentido:

### Internet of Things European Research Cluster (IERC)

El clúster europeo de investigación en IoT se estableció como parte de la voluntad de Europa de participar y dar forma a un futuro en base a sus principios. Originalmente, el grupo fue fundado en 2007 con el objetivo de reforzar la investigación sobre la identificación por radiofrecuencia (RFID) en Europa.

El ámbito de actuación del clúster es muy amplio incluyendo aspectos tan diferentes como arquitectura y tecnologías, comunicación protocolos, interoperabilidad, plataformas de intermediación, normativas y normalizaciones, etc.

Los objetivos del grupo son los siguientes:

- Facilitar la creación de redes de diferentes RFID y proyectos relacionados con la IoT en Europa.
- Coordinar las actividades de investigación entre estos proyectos.
- Asegurar la coherencia del trabajo en Europa.
- aprovechar la experiencia, talentos y recursos y maximizar el impacto.
- Establecer sinergias entre los proyectos involucrados.

El IERC agrupa los proyectos de IoT financiados por los programas marco de investigación europeos, así como las iniciativas nacionales de la IoT. También incluye los trabajos de investigación sobre el 5G.

La Unión Europea concentra gran parte de sus actividades de investigación e innovación en los denominados “Programas Marco” que en su última edición se denomina “Horizonte 2020” (H2020) y contempla el periodo 2014-2020. Este programa se basa en tres pilares que son: contribuir a abordar los principales retos sociales, promover el liderazgo industrial en Europa y reforzar la excelencia de su base científica. El presupuesto disponible ascenderá a 76.880 M€.

La intención de la Comisión Europea es poner en marcha una serie de pilotos a gran escala en distintas áreas como *wearables*, vida asistida, vehículos conectados, ciudades inteligentes, agricultura inteligente u hogar conectado, con el apoyo de Horizonte 2020, que permitan a Europa conseguir el liderazgo en el desarrollo de la IoT.

Algunos de los proyectos financiados por los programas anteriores de financiación europea son:

- ASPIRE: Sensores avanzados y middleware programable para RFID.
- CASAGRAS: Coordinación y apoyo de acciones para las actividades mundiales relacionadas con RFID y la normalización.



- CUTELOOP: Análisis del estado del arte en el uso de los dispositivos de red para una mejor integración de las PYME dentro de una empresa integrada.
- GRIFS: creación de una plataforma internacional de colaboración de las principales organizaciones de normalización para facilitar e incrementar la interoperabilidad entre las normas y evitar la duplicación.
- Isurf: Un servicio de interoperabilidad a través de múltiples dominios soportados por los dispositivos RFID.
- AMI-4-SME: Tecnología de Inteligencia Ambiental para los Sistema de Innovación en la fabricación de las PYME.
- SMART: Integración Inteligente de Procesos de la cadena de suministro.
- StoLPaN: Tienda Logística y pago con NFC.
- STOP: El desarrollo de la Inteligencia Ambiental y autenticación eficiente de productos.
- Etc.

### Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI)

La nueva alianza para la innovación en el IoT nace en el seno del Clúster de Investigación Europea Internet of Things (IERC) para dar soporte a la Comisión Europea en relación al futuro de la I+D+i en el internet de las cosas.

Su objetivo es establecer una estandarización y una elaboración de recomendaciones en política sobre el IoT, incluyendo la definición y diseño de pilotos para ser financiados con el programa marco H2020 y facilitar el soporte para la constitución de consorcios intersectoriales.

La AIOTI tiene como objetivo dar a Europa la iniciativa en el IoT creando una dinámica de ecosistemas Europeos y reuniendo a empresas de diferentes sectores y a algunas de las mayores compañías tecnológicas de Europa como Nokia, Siemens o Telefónica para trabajar en común. El siguiente paso prevé la incorporación de Pymes y *startups* a la coalición.

La AIOTI cuenta con grupos de trabajo sobre estandarización en IoT, *Smart Cities*, políticas de gobernanza (confianza, seguridad, responsabilidad y privacidad), entornos inteligentes para personas mayores (hogar inteligente), agricultura inteligente y seguridad alimentaria, *wearables*, gestión inteligente del agua, movilidad inteligente (transporte inteligente y coches conectados) y fabricación inteligente.

Esta alianza es una de las iniciativas más serias para mejorar la innovación en la industria y fomentar los ecosistemas europeos de investigación en IoT. Se trata, en definitiva de preparar un marco para la futura investigación en el ámbito del Internet de las Cosas y fomentar así su innovación, normalización y marco normativo.

Se han creado once grupos de trabajo, compuestos de forma inicial principalmente por grandes empresas, y abiertos a la inclusión de entidades que cubran toda la cadena de valor, considerando especialmente Pymes y *startups*. Estos once grupos de trabajo son:



- Grupo 1. Cluster de investigación europea en IoT.
- Grupo 2. Ecosistemas de innovación.
- Grupo 3. Estandarización IoT.
- Grupo 4. Aspectos políticos (responsabilidad, seguridad, privacidad).
- Grupo 5. Entornos inteligentes para envejecer mejor (ej: smart house).
- Grupo 6. Granjas inteligentes y seguridad alimentaria.
- Grupo 7. *Wearables*.
- Grupo 8. *Smart cities*.
- Grupo 9. Movilidad inteligente (transporte y vehículos inteligentes/coches conectados).
- Grupo 10. Ambientes inteligentes (ej: gestión inteligente del agua).
- Grupo 11. Fabricación inteligente.

La AIOI reúne a diferentes cluster: empresas nanoelectrónica / semiconductores, empresas de telecomunicaciones, operadores de red, proveedores de plataforma (IoT / Nube), seguridad, proveedores de servicios y a diferentes sectores: energía, servicios públicos, de movilidad, de iluminación, edificios, fabricación, salud, cadenas de suministro, ciudades, etc.

Y algunas de las mayores compañías tecnológicas y digitales de Europa como Alcatel, Bosch, Cisco, IBM, Intel, Nokia, ON Semiconductor, Orange, OSRAM, Philips, Samsung, Schneider Electric, Siemens, NXP Semiconductors, STMicroelectronics, Telecom Italia, Telefónica, Telit, Thales, Vodafone, Volvo, etc.

En definitiva, la Comisión Europea está decidida a crear el marco más adecuado para la investigación, el desarrollo y la innovación en torno al IoT, creando ecosistemas que permitan hacer participar a todos los actores relevantes en Europa, para poder liderar esta nueva revolución.

### *Collaborative Open Market to Place Objects at your Service (COMPOSE)*

El proyecto COMPOSE es un entorno de desarrollo abierto y colaborativo formado por un consorcio integrado por investigadores, programadores de software y organismos de normalización de la Unión Europea que está trabajando para crear un nuevo ecosistema empresarial que permita explotar el potencial del IoT para todo tipo de usuarios.

El objetivo es permitir que los programadores puedan crear aplicaciones basados en Internet y que puedan poner esas aplicaciones en el mercado con rapidez, basándose en bloques de construcción predefinidos. Se evita así tener que construir una aplicación desde cero, ahorrándose mucho tiempo y dinero durante el desarrollo, al aprovechar bloques básicos que otros programadores desarrollaron antes y que compartieron a través del proyecto COMPOSE.



Para ello se han desarrollado y actualizado bibliotecas de software que se pueden descargar de forma gratuita desde el repositorio de código fuente abierto del proyecto, GitHub, el mayor recurso de código abierto del mundo. El proyecto incorpora continuamente nuevos elementos a GitHub para que los usuarios puedan adquirir en este repositorio «objetos» o módulos inteligentes de COMPOSE para sus proyectos.

El portal del proyecto COMPOSE ha logrado una gran visibilidad entre los programadores, al registrar más de ocho mil visitas de usuarios de setenta países y habiendo participado activamente unos doscientos programadores externos para validar la plataforma.

## CONNECT Advisory Forum (CAF)

La tarea principal de los grupos consultivos es asesorar a los servicios de la Comisión sobre los objetivos H2020 pertinentes y las prioridades científicas, tecnológicas y de innovación, así como en otras cuestiones políticas relacionadas con la Agenda Digital para Europa.

En este sentido según CAF, Europa se encuentra en una excelente posición para convertirse en un líder mundial en la IoT. Los principales puntos fuertes de Europa están en el software y los servicios empresa a empresa, en los sistemas integrados y en particular en la aplicación de las TIC en soluciones complejas a nivel de sistema en diversos ámbitos industriales y sociales. En las últimas dos décadas, las empresas europeas, en particular las Pymes en los sectores de ingeniería y producción tradicionales, se han esforzado en adaptarse a los nuevos modelos de negocio basados en la utilización intensiva de las TIC. Ahora este proceso se solapa con la llegada del IoT en lo que se ha dado en llamar la Industria 4.0.

Será crucial para la competitividad europea y su futuro industrial fortalecer la capacidad de innovación en las empresas, no sólo en la adopción de las TIC tradicionales sino también en la incorporación a la Industria 4.0, especialmente a nivel de las Pymes.

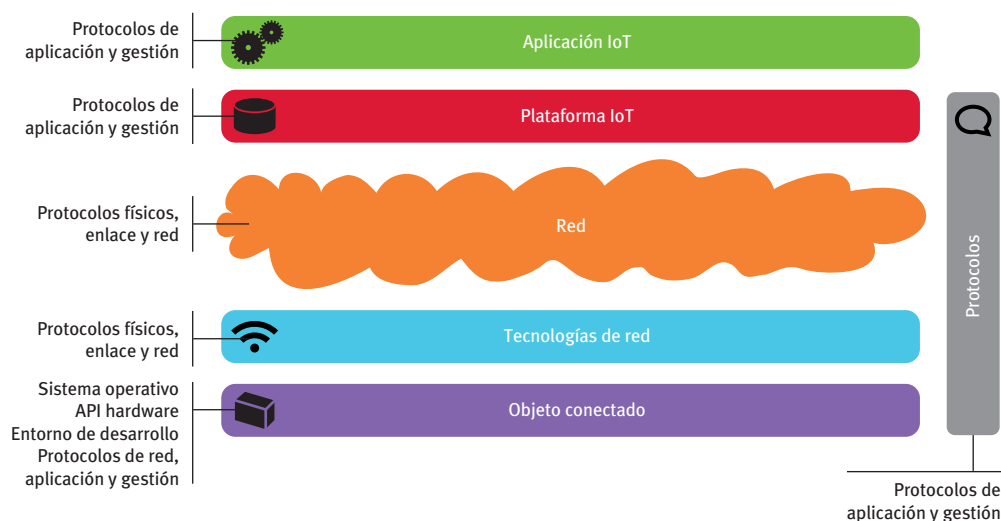
## 2. El papel de la estandarización y la normalización en el ámbito del IoT

La heterogeneidad de tecnologías y casos de uso es una de las principales ventajas del IoT aunque al mismo tiempo es uno de sus condicionantes más importantes. El desarrollo de soluciones interoperables y estándar es clave para hacer que el IoT llegue a ser una *commodity* en un futuro, esto es, producido a gran escala. A diferencia de otras tecnologías, por ejemplo la telefonía móvil o la TV digital, en el caso del IoT se ha llegado a soluciones finales mediante el uso de tecnologías dispares, haciendo que el sector presente actualmente una serie de verticales y aplicaciones aisladas en silos tecnológicos. La interoperabilidad ha de buscarse a múltiples niveles, esto es, en las tecnologías asociadas a los objetos conectados, los protocolos de interacción con el *cloud* y plataformas IoT y los interfaces de aplicación.





**FIGURA 6**  
Áreas de estandarización IoT



Ante este panorama y dado el creciente interés del sector, se ha establecido una carrera de doble tracción, la industrial y la de organismos con tradición estandarizadora. Por un lado pues hay un trabajo que surge de las empresas, ya sea de forma individual, por medio de consorcios o a través de iniciativas de I+D, que pretende establecer estándares “de-facto” en la industria del IoT. Y por otro lado, organismos e instituciones no industriales, tradicionalmente detrás de las distintas normativas y estándares, se han lanzado a intentar aunar criterios, mecanismos y tecnologías, aunque en muchos casos están llegando tarde o quedándose a un nivel de abstracción demasiado alto.

Las iniciativas empresariales ligadas a la creación de un marco común para el IoT se han encaminado de distintas formas, individualmente, en consorcio o a través de fundaciones, pero con el objetivo común de crear grupos de intereses potentes e influyentes que permitan crear estándares de adopción por uso, esto es, “de-facto”. Si bien son abundantes las iniciativas existentes, el informe se centrará en las más destacadas por el peso de sus fundadores y miembros. Algunas iniciativas llevan ya tiempo activas, con una producción tecnológica considerable y otras aún son promesas con grandes nombres detrás.

La mayoría propone un esquema similar de actuación:

- Agrupamiento de empresas en torno a un consorcio

Las iniciativas de futuro en el IoT han nacido de la mano de las empresas tecnológicas punteras a nivel mundial. Dada la alta competencia existente, esta se ve también reflejada en esta área, contando en algunos casos con ausencias notables en algunos consorcios o complicidad de miembros en consorcios distintos.

- Propuesta de estándares abiertos a distintos niveles

Las actuaciones de estos grupos pueden ser a múltiple nivel. En cuanto a sistemas operativos, APIs de programación en objetos conectados, tecnologías de comunicación, protocolos de red, representación de datos, metodologías e interfaces de aplicación.



Las propuestas suelen ser proporcionadas en documento, código abierto y ejemplos de aplicación en la mayoría de los casos. Cabe destacar que no todas las iniciativas cubren todas las áreas y puede haber distintas que sean interoperables.

- Grupos de trabajo

No todos los miembros de los consorcios tendrán actuación en cada una de las áreas de acción, con lo que estos consorcios se suelen organizar en grupos de trabajo para cubrir distintas áreas técnicas o determinados verticales de forma transversal.

### 3. Consorcios, organismos de estandarización y la industria de grandes multinacionales

#### 3.1. Estandarización e instituciones de origen industrial

La aparición de este tipo de iniciativas de origen industrial ha tenido una temporada de actividad importante los últimos años, aunque esta aún no ha terminado, si bien los actores principales ya han tenido un posicionamiento inicial y serán estos los que introduzcamos. Y hay probabilidades que en un futuro no muy lejano se empiecen a ver fusiones y desapariciones de alguno de ellos.

##### 1. AllSeen Alliance



Alianza de empresas liderada por el gigante de semiconductores Qualcomm, con miembros de la talla de Cisco, Microsoft, LG, IBM, Canon, Panasonic, Philips, Sharp, Sony o HTC y signficada por su sistema Alljoyn, de código abierto y apoyado por la Linux foundation, arquitectura que pretende la interconexión de forma sencilla de objetos conectados y agnóstico de la tecnología usada. Orientada inicialmente al entorno doméstico, su aplicación se pretende para todo el IoT.

Ante la competencia del OIC (*Open Internet Consortium*), en los últimos tiempos Qualcomm ha comenzado conversaciones con el *Thread Group*, liderado por Google.

Website: <https://allseenalliance.org/>

##### 2. Open Interconnect Consortium



Lanzado por Intel y con nombres del peso de Samsung, Atmel, WindRiver, Cisco, GE, MediaTek o Dell, el OIC se lanzó posteriormente a la Allseen Alliance con la que mantiene una posición de rivalidad, especialmente por la composición de los consorcios y por las políticas de propiedad intelectual, mucho más restrictivas que la de la Allseen Alliance y con el objetivo de protegerse de miembros con amplio catálogo IP, como puede ser Qualcomm. Uno de sus miembros fundadores de más peso, Broadcom, dejó el consorcio por este motivo.



De la misma forma que la Allseen Alliance, el OIC tiene como objetivo proporcionar una serie de estándares y códigos abiertos para la interconexión de objetos conectados.

Website: <http://openinterconnect.org/>

### 3. Thread Group



Thread es el consorcio liderado por Google, a través del grupo creado con la adquisición de Nest, y la apuesta del mismo por la interconexión de objetos en el hogar, con lo que su enfoque es fundamentalmente doméstico. Thread propone conseguirlo mediante el uso de tecnologías

basadas en 6LowPAN, el IPv6 reducido para el IoT, sobre IEEE 802.15.4, lo cual presenta grandes similitudes con la apuesta del *mbed* de ARM, el cual es también miembro del consorcio. Otros miembros destacados del consorcio son Freescale, Atmel, Samsung, Silicon Labs.

Aunque su ámbito es limitado y no cubre una parte importante de los casos de uso del IoT, el peso de los nombres que lo sostienen y sus recientes acercamientos a la Allseen Alliance hacen que haya que tener este consorcio y su propuesta tecnológica muy en cuenta.

Website: <http://threadgroup.org/>

### 4. Internet of Things Consortium

**Internet of Things Consortium** Con objetivos mucho menos ambiciosos que los de la Allseen Alliance, el OIC o el Thread Group, el IoT es una organización sin ánimo de lucro respaldada por empresas con implicación en el sector IoT como SmartThings, NXP, Logitech, Sigfox, Synapse o Evrythng. Su objetivo es el poder respaldar a sus miembros en el mundo del IoT, representación en grupos de trabajo, soporte en desarrollo de negocio y difusión del IoT entre consumidores, canales de venta e inversores.

El IoT no propone la creación de ningún estándar o la publicación de ningún código, pero dado el peso relativo de sus miembros dentro del IoT es un actor a tener en cuenta

Website: <http://iofthings.org/>

### 5. Industrial Internet Consortium



El Industrial Internet Consortium es una organización creada en 2014 por AT&T, Cisco, GE, IBM e Intel con el objetivo principal de garantizar el desarrollo rápido e interoperable del IoT dentro del mundo industrial. Cuenta con una gran cantidad de miembros (más de 200), algunos de gran peso en el mundo industrial como pueden ser Schneider, Siemens,

Honeywell, Oracle, ABB, BOSCH o SAP. El peso de este consorcio se revela por tanto de gran importancia en el mundo de la Industria 4.0.

Recientemente el IIC ha publicado una arquitectura de referencia para sentar las bases de la interoperabilidad y al mismo tiempo lidera la ejecución de *testbeds* en varias áreas de la producción industrial.

Website: <http://www.iiconsortium.org/>

## 6. IPSO Alliance



La IPSO (Internet Protocol for Smart Objects) es una de las alianzas más antiguas en el mundo del IoT. De hecho se creó en 2008, antes de la popularización del término en sí. Miembros destacados son Intel, ARM, Atmel, BOSCH, Freescale, Oracle, ST o Silicon Labs. Como contribuidores hay nombres como Google, Cisco o Texas Instruments.

Su objetivo en este caso no es el de proporcionar estándares o librerías de código, sino más bien ayudar a la adopción de los estándares existentes y creados por otros organismos (IETF, IEEE, ISA...) mediante publicaciones, montaje de *testbeds*, actividades de marketing y difusión... en definitiva, cualquier actividad para promover el uso de tecnologías basadas en IP en los objetos conectados

Website: <http://www.ipso-alliance.org/>

## 7. Fundación Eclipse



Liderada por IBM, la fundación Eclipse es un clásico en la creación de soluciones abiertas de software mediante el mantenimiento de sus entornos de programación, representado por su plataforma Eclipse, usada por desarrolladores de todo el mundo desde hace años.

Dentro de sus actividades, la fundación Eclipse cuenta con un proyecto dedicado al IoT el cual sirve de garante para el mantenimiento de soluciones de código abierto en multitud de plataformas de varios protocolos claves en el desarrollo del sector: MQTT, LWM2M, ETSI M2M y CoAP.

La actividad de la fundación está siendo clave para el crecimiento y aceptación de estos protocolos, no solo por mantener el código abierto, sino también por sus actividades de difusión, educación y comunidad de desarrolladores.

Website: <http://iot.eclipse.org/>

## 8. ARM mbed



El mbed de ARM no se puede considerar un consorcio empresarial ni tampoco un estándar como tal, pero su propuesta por el desarrollo del IoT es tan decidida y la participación de ARM en consorcios claves es tal que no debe de ser dejado de lado en esta enumeración.

El mbed es una definición de objeto conectado basado en soluciones con núcleo ARM Cortex-M e incluye un diseño de referencia hardware, un entorno de desarrollo y un completo sistema operativo, el cual tiene previsto su lanzamiento público para finales de noviembre de 2015.

Tecnológicamente hablando, mbed apuesta por 6LowPAN/Thread, WiFi, Bluetooth y módem celular en conectividad y por CoAP, HTTP, MQTT y LWM2M en cuanto a protocolos de intercambio de datos y gestión de red.

Website: <http://www.mbed.org>



## 9. OMA



La Open Mobile Alliance es una organización fundada en 2002 por fabricantes de móviles, operadores y compañías de software para la creación de estándares abiertos aplicables a la industria de la telefonía móvil. Con la evolución hacia el M2M, dentro del OMA hay iniciativas que están siendo claves para el mundo del IoT. A destacar la creación

del protocolo de gestión de red LWM2M (Lightweight M2M), una solución reducida ideal para soluciones IoT.

El apoyo a LWM2M de organizaciones como la Eclipse Foundation, su incorporación en plataformas como FI-WARE o la publicación de la OMA de otros estándares, hacen que el papel de la alianza en el sector esté siendo relevante.

Website: <http://openmobilealliance.org/>

## 10. FI-WARE



Originariamente concebido como un proyecto dentro del Séptimo Programa Marco de la Comisión Europea dentro del FI-PPP (Future Internet Public-Private Partnership), la plataforma FI-WARE propone un marco

de desarrollo común basado en estándares abiertos para la integración de datos IoT y el Internet del Futuro en general. Originalmente liderado por Telefónica, Atos, Orange y Engineering, tras la conclusión del proyecto original, se continuó el desarrollo para publicar una especificación de API libre de derechos que permita a empresas e instituciones su uso. FI-WARE crea FI-LAB para ayudar en esta integración y experimentación.

La Comisión Europea lanzó en 2014 el *FI-WARE Accelerator* con el objetivo de financiar Pymes y *startups* creando proyectos innovadores sobre la plataforma. De la misma forma, las empresas matrices estudian formas de comercializar servicios basados en FI-WARE, llevando incluso la solución más allá del ámbito europeo.

Implementando una plataforma basada en conectores con aplicaciones y otras soluciones y soportando estándares abiertos como MQTT, LWM2M, HTTP u OMA NGSI, FI-WARE es una intento de plataforma IoT común a tener en cuenta.

Website: <https://www.fiware.org>

## 11. Bluetooth SIG



El Bluetooth SIG (Special Interest Group) es el consorcio industrial detrás de la creación de los estándares del conocido Bluetooth, objetos en distancias cortas (teléfonos móviles, equipos de sonido, dispositivos de tracking, etc)

Las nuevas versiones de Bluetooth están siendo claves en el desarrollo de objetos conectados de bajo coste y tamaño gracias a su perfil BLE (*Bluetooth Low Energy*). Dentro del IoT, el sector de los *weara-*



bles debe su éxito en gran parte al BLE como facilitador de comunicación con teléfonos inteligentes y pasarelas.

La amplia experiencia del Bluetooth SIG y su amplio soporte en dispositivos están posicionando de forma muy importante a la tecnología en el IoT y las actividades del consorcio deberán seguirse de forma especial.

Website: <https://www.bluetooth.org/>

## 12. LoRa Alliance



La LoRa Alliance es un grupo de empresas que lideran la uniformización del estándar LPWA LoRa diseñado originalmente por la empresa Semtech y que es la que permite realizar despliegues IoT de amplia cobertura. El estándar saliente de la alianza es abierto y se denomina LoRaWAN. Es uno de los dos grandes estándares junto a Sigfox en la pelea por la normalización inicial de las redes LPWA.

Los miembros más destacados de la alianza LoRa son IBM, Cisco, Sagemcom y Semtech desde la industria y KPN, Proximus o Bouygues como operadores.

Website: <https://www.lora-alliance.org/>

## 13. ZigBee Alliance



ZigBee ha sido uno de los protocolos sobre los que se ha sustentado el crecimiento de los objetos conectados. Si bien este protocolo ha perdido peso en los últimos tiempos debido a la aparición de protocolos LPWA de bajo consumo y largo alcance y por la popularización de protocolos basados en IP como el 6LowPAN, la ZigBee Alliance quiere tener su voz en el mundo del IoT y sigue trabajando en posicionar o mantener la tecnología en distintos sectores incorporando nuevos miembros relevantes al consorcio y estableciendo puentes con otros organismos de estandarización IoT.

Website: <http://www.zigbee.org/>

## 14. Apple HomeKit



Sin participar en ninguno de los consorcios, alianzas e iniciativas nombradas, Apple sigue su propio camino en el sector del IoT. Su enfoque inicial ha sido el domótico mediante el uso de sus propios dispositivos. Para ello han creado el Apple Homekit, un entorno cerrado para el que requieren a los fabricantes de dispositivos estar en su programa MFi (Made for iPhone).

HomeKit permite controlar objetos a través de WiFi y BLE, programar acciones e incluso interactuar con el sistema mediante sistemas de reconocimiento vocal como Siri.

Aun siendo un entorno y una iniciativa cerrada, dado el tamaño e importancia de Apple en el sector tecnológico, HomeKit deberá de seguirse de cerca.

Website: <https://developer.apple.com/homekit/>



### 3.2. Estandarización e iniciativas desde instituciones no industriales

Las iniciativas no industriales se basan en su mayoría en la actuación de organismos de estandarización tradicionales en el mundo tecnológico. Si bien algunos de ellos han tenido siempre actividad relacionada con el sector del IoT, incluso previamente a la existencia del término, otros organismos, centrados tradicionalmente en otros sectores, han entrado con fuerza en el área, incluso demasiado tarde en algunos casos.

#### 1. IETF



**I E T F**®

La Internet Engineering Task Force es el organismo detrás tecnológicamente de Internet tal cual le conocemos. Encargados de la estandarización de todos sus protocolos mediante la edición de las populares RFC, está teniendo su rol clave en el IoT mediante la estandarización de dos protocolos claves que pretenden proporcionar conectividad IP a todos los objetos conectados, esto es, el protocolo de red 6LowPAN, que pretende ser una versión muy reducida de IPv6, y el protocolo de aplicación CoAP, que pretende ser una versión para IoT del HTTP, si bien se sustenta sobre UDP y no sobre TCP.

Website: <https://www.ietf.org>

#### 2. ETSI



World Class Standards

El papel de la organización europea ETSI en la estandarización de tecnologías de telefonía móvil digital fue clave en su momento. Englobado dentro de la iniciativa 3GPP, su contribución ha sido también importante para la creación de los estándares de datos celulares de segunda, tercera y cuarta generación. Habiendo perdido junto al 3GPP la oportunidad de incorporar capacidades propias del IoT dentro de la cuarta generación de telefonía móvil, la ETSI ha liderado iniciativas de estandarización como el ETSI M2M, participa en alianzas como la oneM2M y ha publicado estándares como el ETSI LTN para redes LPWA, sentando la base para la telefonía de quinta generación.

De todas formas, su actividad en este momento se encuentra muy ligada a la de OneM2M.

Website: <http://www.etsi.org/>

#### 3. OneM2M



OneM2M es una iniciativa muy parecida a 3GPP en su composición al tener varios miembros en común con esta, y su objetivo es el de la estandarización a distintos niveles de las arquitecturas relativas al mundo del IoT, inicialmente M2M. La ETSI es uno de los tractores y cuenta con la participación de consorcios como el OMA. En paralelo a estos, hay 200 miembros provenientes de la industria y diversas instituciones.

Website: <http://www.onem2m.org>

#### 4. 3GPP



El 3GPP es una alianza de organismos de estandarización a nivel mundial con alta participación industrial creada para la estandarización de las tecnologías de comunicación móvil. Gracias al 3GPP han visto la luz GPRS, EDGE, UMTS, HSxPA y LTE. Su rol en el desarrollo del IoT ha sido bastante indirecto, dado que estándares surgidos de su seno están siendo usados por la amplia cobertura existente y la comoditización de sus módems (por ejemplo, el GPRS), si bien no son soluciones optimizadas para el sector. Aunque en 2008 hubo iniciativas para la creación de un LTE para objetos conectados, alejado de los requerimientos de la telefonía móvil, este esfuerzo quedó aparcado y no ha sido hasta recientemente que el 3GPP ha tomado una actividad notoria en el mundo del IoT, por un lado resucitando el concepto del LTE reducido, el LTE-M y por otro junto la GSMA llamado “Mobile IoT” para acelerar la estandarización de soluciones LPWA, cuyo nicho está siendo desarrollado por iniciativas aislada y no por la industria en conjunto.

Website: <http://www.3gpp.org>

#### 5. ITU



La ITU (*International Telecommunications Union*) es uno de los organismos más antiguos dentro de la regulación y estandarización dentro del mundo de las telecomunicaciones. Dentro del mundo del IoT su actividad ha sido prácticamente inexistente hasta hace bien poco. A mediados de 2015 el organismo ha lanzado el IoT-GSI (*IoT Global Standard Initiative*) que pretende dotar al ITU-T de voz a la hora de orientar o recomendar para establecer un marco común dentro del sector con un enfoque más orientado a las ciudades.

Website: <http://www.itu.int>

#### 6. IEEE



El IEEE, organismo de estandarización y difusión tecnológica, ha jugado un papel importante en los orígenes del IoT mediante la creación del WG (*Working Group*) 802.15, inicialmente responsable de la definición de estándares denominados “de área personal”, pero que ha proporcionado uno de los estándares claves para el desarrollo de radios de corto alcance y bajo coste, el IEEE 802.15.4. Sobre este protocolo se han sentado las bases de múltiples iniciativas, siendo las más destacadas las basadas en ZigBee y en 6LowPAN. Otras de los WG del IEEE es el 802.11, responsable de los estándares relativos al WiFi que también pueden tener su importancia en el área del IoT, especialmente la adopción de soluciones de bajo consumo como el propuesto IEEE 802.11ah.

El IEEE sigue evolucionando alguno de estos estándares, es muy activo en actividades de difusión académica mediante publicaciones y simposios y es un actor a tener siempre en cuenta en el desarrollo tecnológico del sector.

Website: <http://iot.ieee.org/>





## 7. OASIS



OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) es una organización que se creó originalmente para la estandarización de representaciones de datos, pero que ha tomado cierta relevancia en los últimos tiempos dentro del IoT al haberse publicado a través suyo como estándares formales protocolos como el MQTT. Sin ser un actor clave en el sector, la apuesta del MQTT es suficiente para hacer un seguimiento puntual de sus actividades.

Website: <https://www.oasis-open.org/>



# 4

## LA INVERSIÓN PÚBLICO PRIVADA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES E INDUSTRIA 4.0





Establecida la importancia y el impacto que supone el sector de Tecnologías IoT a escala global y, específicamente aplicado a la Industria, resulta conveniente analizar cómo la inversión en este tipo de tecnologías está desarrollándose en magnitudes importantes tanto a nivel europeo como español.

En este sentido, a día de hoy esta inversión está muy fragmentada en España en función de varios factores:

- La tipología de capital (socios públicos, privados, sociedades mixtas, etc.).
- El canal de inversión (capital riesgo, partenariados público privados, créditos ICO, banca comercial, etc.).
- El retorno esperado (retorno de la inversión, participaciones, ganancias sociales/ambientales, etc.).

Esta fragmentación hace necesaria una reflexión de todos los actores de la industria sobre la idoneidad de lanzar iniciativas que permitan la creación de un modelo de inversión sostenible, escalable y que agrupe los diferentes actores y canales que están a día de hoy sobrellevando la innovación en IoT.

El modelo futuro deberá construirse sobre las mejores prácticas que están ahora mismo en nuestro país, lideradas por iniciativas públicas a nivel europeo (Comisión Europea – *Future of Manufacturing Manufacturing*) o estatal español (como el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial – CDTI) o en los casos autonómicos avanzados.

Asimismo, debemos extraer lecciones aprendidas de los clústeres europeos más importantes, mencionados con anterioridad en este informe, adaptando dichas prácticas a la realidad del tejido empresarial español.

## 1. Resumen sobre la inversión tecnológica e innovación en España

Viendo la luz tras el largo túnel de la crisis, emprendedores e innovadores españoles están tratando de obtener un papel importante en el desarrollo de Tecnologías IoT aplicadas a la industria.

Para entender esta evolución, es necesario analizar qué modelos inversores existen en la actualidad en España y cómo están canalizado la inversión hacia el I+D+i y específicamente, a las Tecnologías IoT.

Así, los modelos inversores innovadores españoles no difieren sustancialmente de los encontrados a nivel europeo, con dos niveles definidos:

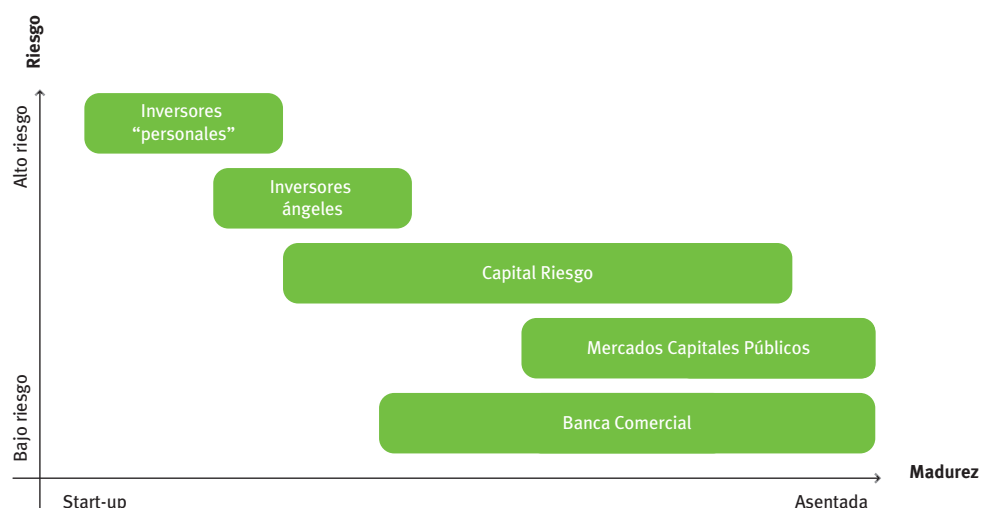
- Nivel **informal**: aquellos cuya actividad no está establecida dentro de unos parámetros definidos de retorno y operación, actuando generalmente al comienzo de la andadura innovadora, y que por tanto están expuestos a un nivel mayor nivel de riesgo.
- Nivel **formal**: entidades establecidas y especializadas en dar esa financiación vehicular que suelen actuar como refuerzo financiero a través de vehículos inversores (créditos, rondas de financiación) a empresas cuya actividad esté más consolidada. Aunque el riesgo es menor por tratarse de una acti-



vidad con recorrido, el tamaño del capital inversor suele ser significativamente mayor que el de los inversores informales.

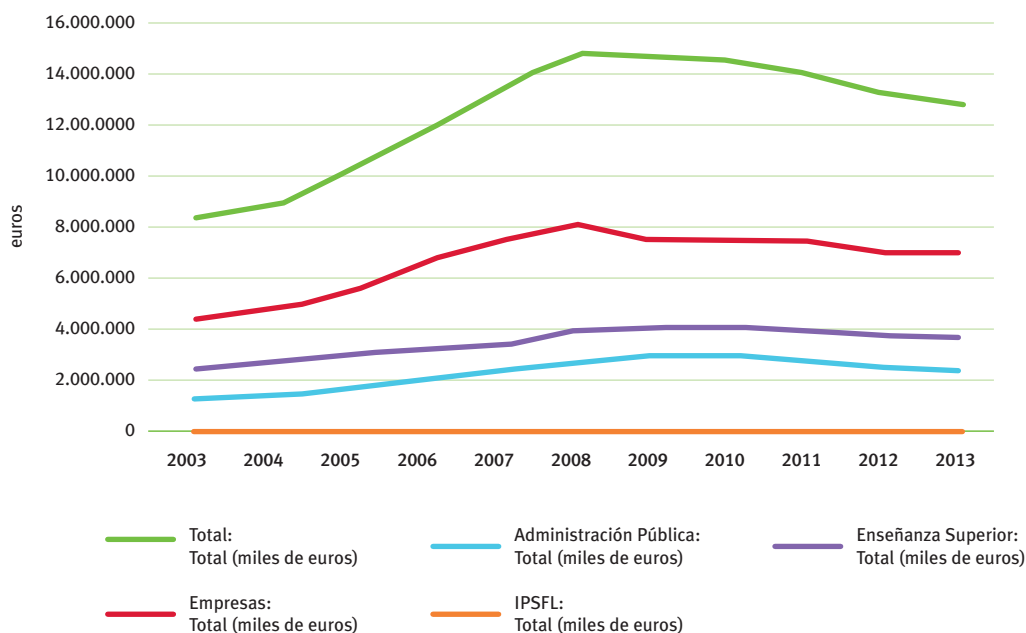
- Los actores principales son:
  - En el nivel informal, encontramos los conocidos como FFFs (*Friends, Family, Fool's*) como inversores personales que suelen iniciar la andadura innovadora a muy pequeña escala. Los inversores ángeles (financiación y soporte) actúan como vehículo preferencial de capital riesgo a pequeña escala en España, aunque estos últimos años han surgido varias iniciativas de micromecenazgo exitosas (tales como Kickstarter, Indiegogo).
  - En el nivel formal encontramos las grandes entidades de capital riesgo (financiación y soporte), los vehículos públicos de financiación (financiación) y las sociedades de garantía recíproca (garantía). Además, dentro de este grupo se suelen englobar las incubadoras empresariales (ya sean públicas o privadas) que tienen como actividad principal la aceleración de iniciativas empresariales, ya sean nuevas o con recorrido.

**FIGURA 7**  
Tipología de inversores por riesgo y madurez de compañía



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a quién realiza la inversión tecnológica en España desde el cambio de siglo, hay que decir que ha estado encabezada (cada vez en mayor proporción) por las empresas privadas, con más de la mitad de la inversión total en I+D+i en nuestro país, seguidas por las instituciones de capital público como las de enseñanza superior (universidades, escuelas, etc.), Administraciones públicas e Instituciones privadas sin fines de lucro (IPSFL).

**FIGURA 8**  
Datos de inversión en Investigación y Desarrollo en España (2003-2013) (Estadística, 2015)

Fuente: INE.

La senda de los tres actores principales de inversión es totalmente paralela, con un pico en 2008 coincidiendo con el comienzo de la crisis *subprime*, y tendencias bajistas hasta 2013, último año con datos en la serie histórica, con un pequeño desfase de un año entre la inversión privada (adelantada) y la pública, que reacciona con más suavidad al cambio de tendencia global.

Resulta conveniente resaltar que pese a las dificultades presupuestarias, las instituciones públicas mantuvieron el ritmo inversor hasta 2010, compensando en parte la significativa reducción en inversión empresarial en I+D+i.

### 1.1. Inversión pública en Tecnologías IoT en España

En línea con los años más complicados de la crisis económica y la subsecuente reducción en la producción industrial, los créditos presupuestarios para investigación y desarrollo destinados a la producción y tecnología industrial decrecieron severamente (-56% Fuente: [www.ine.es](http://www.ine.es) (Estadística, 2015)) entre 2008 y 2011.

Aunque no se dispone aún de datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística acerca de la inversión en los años 2012 a 2014, las cifras europeas disponibles hacen pensar que la inversión se está recuperando lentamente a partir de 2012.

La perspectiva para los años futuros, continúa en una lenta recuperación de la inversión pública en este aspecto.



Enfocándonos en el objeto de este informe, encontramos como vía principal para la inversión pública los créditos presupuestarios para I+D+i para producción y tecnología industrial, entre los que está englobada la inversión en Tecnologías IoT para aplicaciones industriales.

A efectos de iniciativas y emprendimiento, existen varios modelos de financiación para emprendedores en IoT, en función de su madurez y la viabilidad de su plan de negocio:

- Incubadoras públicas: utilización de aceleradores de empresas, generalmente a nivel regional o local que proveen financiación a través de vehículos como sociedades de garantía recíproca, microcréditos, etc.
- Uno de los ejemplos europeos más conocidos y de más éxito es FI-WARE, una plataforma de desarrollo y despliegue de aplicaciones globales en Internet del Futuro. Está participada por la Unión Europea y empresas privadas (Telefónica, Orange, Thales, Siemens e IBM entre otras). El espíritu de esta plataforma es crear aplicaciones con una arquitectura abierta y con especificaciones comunes que permitan el desarrollo y evolución de otras aplicaciones por parte de cualquier empresa. Uno de sus proyectos más exitosos es Fabolous, basado en impresión 3D.
- Créditos ICO: con distintas líneas de crédito ofrecidas por el banco público en función de la necesidad de la empresa adquirente (emprendedores, exportación, internacionalización, etc.).
- Financiación canalizada por instituciones especializadas como el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) o la Empresa Nacional de Innovación (ENISA) que se exponen a continuación.
- Instituciones de enseñanza como universidades (para el caso de IoT, sobre todo las técnicas) canalizan sus propias becas de innovación y emprendimiento tecnológico.
- En menor medida, instituciones especializadas en comercio exterior como ICEX, que también posee un programa de financiación a emprendedores.

**TABLA 6**  
Inversión canalizada vía CDTI/ENISA para empresas “semilla” y *startup* y ámbito de informática y “otros electrónica”

Inversión canalizada vía CDTI / ENISA y similares					
Inversión por Fase de Desarrollo (M€)			Inversión por Sector de operación (M€)		
	2013	2014		2013	2014
Semilla	21	14	Informática	39,9	26,5
Startup	34,6	27,3	Otros electrónica	1,5	1,1
Operaciones por Sector de operación (# de Operaciones)			Operaciones por Sector de operación (# de Operaciones)		
	2013	2014		2013	2014
Semilla	344	233	Informática	396	302
Startup	280	266	Otros electrónica	8	6

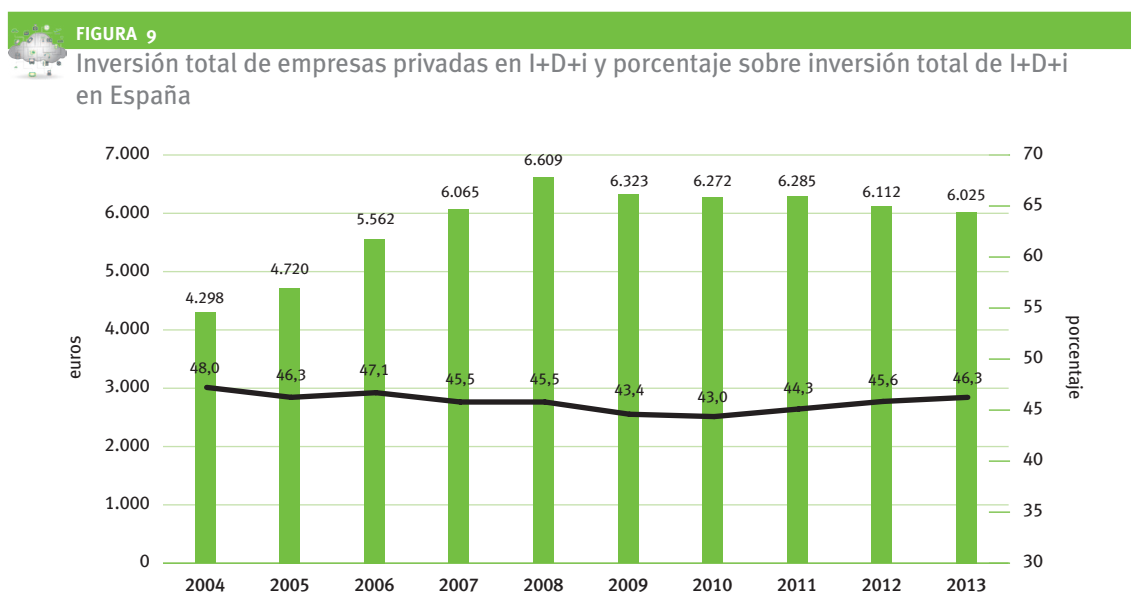
Fuente: Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo. Informe actividad capital riesgo 2015.



Además de estos modelos puramente públicos, existen modelos mixtos con financiación (o ejecución/tutorización) privada, como las colaboraciones con empresas y los Partenariados Público Privados (PPP).

## 1.2. Inversión privada en Tecnologías IoT en España

La inversión privada en España ha conseguido mantener un nivel hacia actividades de I+D+i en los años posteriores al inicio de crisis (2008 en adelante), complementando a las iniciativas soportadas en capital público.



Fuente: INE.

Tal y como se observa en la gráfica, la inversión ha sido sostenida en cantidad e incrementada en relación a la inversión total del país, llegando en 2013 a niveles similares a los de 2005 (46,3% de inversión total de I+D+i en España).

En lo que respecta a la inversión en iniciativas de IoT encontramos los siguientes vehículos inversores formales:

- Plataformas de *crowdfunding*: son plataformas que permiten la financiación de proyectos de emprendimiento, clasificados según ciertas categorías, a través de microdonaciones anónimas. Proporcionan el medio de publicación y recolección de las donaciones a cambio de una “recompensa”, como puede ser un producto de la empresa en cuestión o un servicio. Destacar por ejemplo Kickstarter o Indiegogo.
- Plataformas de *crowdfunding* de capital mediante el reparto de valores de la empresa. A través de estas plataformas los emprendedores permiten a inversores individuales financiar el proyecto, además de ofrecer servicios de asesoramiento legal y estructuración. Por estos conceptos obtienen un 5% del total del proyecto financiado con éxito, y un 1% de comisión por pasarelas de pago. Por ejemplo CrowdCube.





- Entidades de capital riesgo (fondos, sociedades, etc.): son fondos de inversión creados para emprendedores, con un ciclo de vida corto. Se centran en proyectos de emprendimiento en fases de semilla y crecimiento. Ofrecen a estos proyectos la financiación necesaria y servicios de gestión del mismo. Obtienen como retribución un porcentaje acordado sobre los dividendos liberados, además de cobros en conceptos de comisiones de gestión. Entre las entidades de capital riesgo que más se han interesado en Tecnologías IoT se encuentran:
- Vento Capital es un fondo gestionado por Sumacapital que ha participado en Carriots, una Plataforma de IoT española.
- Top Seeds Lab aceleradora especializada en *startups* tecnológicas, asistiendo al empresario a seleccionar sus mejores opciones de inversión.
- SeedRocket aceleradora especializada en *startups* TIC, poniendo en contacto a inversores con innovadores.
- BStartup (Sabadell) y otros spin-offs de banca.
- Banca Comercial: corresponde a un modelo tradicional de financiación a través de concesión de crédito en un horizonte temporal con un tipo de interés. En este aspecto las cajas se muestran más comprometidas con las iniciativas de emprendimiento, concediendo créditos con tipos de interés asequible para el emprendedor, canalizando en ocasiones fondos europeos.

**TABLA 7**  
Inversión de capital riesgo asimilable a IoT

Inversión de capital riesgo asimilable a IoT				
Inversión por fase de desarrollo (M€)			Inversión por sector de operación (M€)	
	2013	2014		
Semilla	9	14,1	Informática	223
Startup	80,1	92,5	Otros electrónica	1,9
				3,6
Mix capital riesgo privado/público			Operaciones por sector de operación (# de operaciones)	
	2013	2014		
Inversión Privada	22,2%	14,3%	Informática	230
Inversión Pública	9,0%	6,7%	Otros electrónica	7
Inversión Internacional	68,7%	79,2%		4

Fuente: Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo, 2015.

### 1.3. El emprendimiento TIC en España y su canalización

Dada la complicada situación económica de años pasados, muchos españoles han tenido que abordar su aventura empresarial, ya sea tecnológica o tradicional, en un ambiente no siempre propicio. Los buenos datos de emprendimiento en España reflejan el gran potencial de nuestro país.



Según el Global Entrepreneurship Monitor (GEM), una encuesta anual de la London School of Economics para dimensionar los niveles de emprendimiento en cada país, en 2012 sólo un 28% de los encuestados pensaba que la población española tiene espíritu innovador. Un año más tarde, esta se había incrementado hasta un 74%. Fuente: (London School of Economics)

En este mismo estudio se refleja que, de los cinco elementos necesarios para que surjan proyectos que revolucionen el panorama tecnológico: talento, educación, inversores, cultura del riesgo y tolerancia al fracaso y grandes empresas que compren *startups*, España es líder en los dos primeros.

Como aspectos positivos, durante estos últimos años se han ido consolidando iniciativas representativas para la reducción de los trámites administrativos para la creación de nuevas empresas, consiguiendo así una reducción de 23 a 13 días en el tiempo medio de apertura, impulsado asimismo un cambio cultural que sitúa a que España esté en buenas condiciones para liderar el emprendimiento tecnológico. Fuente: (elpais.com)

A continuación se desarrolla el perfil de los emprendedores más tecnológicos y las formas que tienen de continuar o iniciar una nueva empresa. Conocimientos, perfil y búsqueda de financiación son algunos de los elementos a tener en cuenta para el éxito.

### 1.3.1. Perfil del emprendedor español en IoT

La mayoría de los nuevos emprendedores se sitúan en el sector servicios, especialmente en actividades comerciales, si bien el sector tecnológico experimenta un crecimiento paulatino.

Habitualmente el emprendedor de IoT se caracteriza por ser un hombre (85% de varones frente a 15% de mujeres) con una edad media de 35,5 años (más joven que el emprendedor general que está en 38 años) y que pertenece al tercio más elevado de renta, es autoempleado y tiene estudios universitarios (principalmente, alguna ingeniería relacionada con la tecnología como Informática o Telecomunicaciones). Fuente: (Sage One, 2014)

En el caso de querer crear una empresa digital existen dos perfiles frecuentes. El recién graduado, programador o tecnológico, que busca emprender con sus propios recursos, y el profesional que está trabajando en una empresa digital o en una consultora y decide intentarlo por cuenta propia. En ambos casos, la media de edad oscila entre los 22 y los 30 años, con formación universitaria en tecnología digital. En el caso de los consultores, suelen tener unos ocho años de experiencia, cuentan con un MBA y han detectado algún nicho de oportunidad que aprovechan subcontratando la tecnología.

Otro perfil de emprendedor es el que tiene un producto de alta tecnología, siendo un experto tecnológico o ingeniero. Normalmente cuentan con un doctorado y han desarrollado una investigación que quieren comercializar. Esta investigación la ha desarrollado en un centro público de investigación o una Universidad o bien en el departamento de I+D+i de una multinacional, a la que no le interesa comercializar esa línea tecnológica y entonces se independiza en forma de *spinoff*. La media de edad es superior al de la empresa digital, de unos 35 a 40 años.

Como dato común a ambas tipologías, la autopercepción del emprendedor de base tecnológica se diferencia de la del emprendedor general en algunos matices: aparecen en mayor proporción que el resto



como preparados para afrontar una iniciativa de creación empresarial (un 94,4% frente al 88,4% del resto de emprendedores), son más competitivos (un 40,3% frente al 28,9%), son menos proclives a considerar el emprender como una buena opción profesional (49,2% frente al 61,6%) y, por último, emprenden en mayor medida por oportunidad.

En cuanto a la distribución autonómica, la Comunidad de Madrid, Comunidad Valenciana, Cataluña, País Vasco, Andalucía y Aragón son las que disponen de más porcentaje de emprendedores por habitante.

En definitiva, se puede considerar que el perfil del emprendedor tecnológico es un hombre entre 22-40 años, con una educación superior, con antecedentes de emprendimiento familiar, que mantienen el equilibrio en momentos de presión, con una actitud humilde y que toman la perseverancia como el factor de éxito con más importancia. Fuente: (Sage One, 2014)

### 1.3.2. Principales canales de emprendimiento

Como se ha comentado, la gran mayoría de los emprendedores suelen comenzar con recursos propios o de inversores personales (FFFs) o ángeles. El 75% de los emprendedores de éxito ha empleado sus propios recursos en el proyecto, y en más de un tercio de los casos también el círculo cercano al emprendedor apoyó económicamente al proyecto, frente a tan solo un 7% que ha solicitado un préstamo bancario para iniciar la *startup*. Fuente: (Sage One, 2014). Si bien es cierto, que a medida que la empresa va creciendo, esta búsqueda de capital se va abriendo a otras empresas o proyectos públicos o privados.

Estas nuevas vías de financiación están desarrollándose en los últimos años en España gracias a que los emprendedores con éxito se convierten a su vez en inversores y asesores de otros proyectos.

Las entidades financieras tradicionales se muestran cautas, dado el gran riesgo de inversión en este tipo de empresas tecnológicas, algo que se ve reforzado por las asimetrías de información existentes. De ahí la importancia para las nuevas empresas de base tecnológica de acceder a inversores de capital riesgo o inversores informales (*business angels*) especializados en este tipo de compañías.

Existen varios programas de financiación pública a los que los emprendedores se pueden acoger si cumplen las condiciones de las empresas ofertantes:

- Líneas de financiación de **ENISA** como empresa pública dependiente del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y a través de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, desde 1982 participa activamente en la financiación de proyectos empresariales viables e innovadores. ENISA tiene como objetivo apoyar financieramente la puesta en marcha y desarrollo de proyectos empresariales de los sectores TIC y de los contenidos digitales (audiovisual, música, videojuegos, publicaciones digitales, aplicaciones móvil), infomediario (reutilizando la información del sector público o privado) y de las empresas del futuro (computación en la nube, IoT, TIC verdes, tratamiento masivo de datos), con objeto de impulsar el desarrollo y lanzamiento de nuevos productos y servicios, contribuyendo a la generación de empleo y riqueza en un sector con alto potencial de crecimiento.

Esta línea de financiación es fruto de la colaboración entre SETSI y ENISA como objetivo fomentar la creación, crecimiento y consolidación de la empresa española, participando activamente en la financiación



de proyectos empresariales viables e innovadores y en la dinamización del mercado de capital riesgo. Representa la empresa pública de referencia en España vinculada a la financiación empresarial de riesgo, promoviendo la innovación como factor clave en el crecimiento y fortalecimiento de las empresas españolas y con un capital humano altamente capacitado y comprometido con la excelencia en la gestión.

- Líneas de financiación del **Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)**, que es una Entidad Pública Empresarial, dependiente del Ministerio de Economía y Competitividad, que promueve la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas. Es la entidad que canaliza las solicitudes de financiación y apoyo a los proyectos de I+D+i de empresas españolas en los ámbitos estatal e internacional, siendo su objetivo la contribución a la mejora del nivel tecnológico de las empresas españolas.

El CDTI se rige por el derecho privado en sus relaciones con terceros. Esto le permite ofrecer a las empresas agilidad y flexibilidad en sus servicios de apoyo al desarrollo de proyectos empresariales de I+D+i, a la explotación internacional de tecnologías desarrolladas por la empresa y a la realización de ofertas para suministros tecnológico-industriales a organizaciones científicas y tecnológicas.

En consecuencia, el CDTI concede a las empresas ayudas financieras propias y facilita el acceso a la de terceros (financiación bancaria de la Línea para la Financiación de la Innovación Tecnológica y Subvenciones del Programa Marco de I+D de la UE) para la realización de proyectos de investigación y desarrollo tanto nacionales como internacionales.

- Líneas **ICO**. El Instituto de Crédito Oficial es un banco público con forma jurídica de entidad pública empresarial, adscrita al Ministerio de Economía y Competitividad a través de la Secretaría de Estado de Economía y Apoyo a la Empresa. Tiene dos líneas principales:
  - Para empresas y emprendedores, una financiación orientada a autónomos, empresas y entidades públicas y privadas, tanto españolas como extranjeras, que realicen inversiones productivas en territorio nacional así como para financiar su liquidez. Esta línea se solicita directamente a través de las entidades de crédito adheridas al programa.
  - FEDER Innovación Fondo Tecnológico 2013-2015: financiación orientada a empresas innovadoras, de acuerdo con los requisitos definidos por la Dirección General de Innovación y Competitividad del Ministerio de Economía y Competitividad, que realicen inversiones productivas en territorio nacional. Esta línea también se solicita directamente a través de las entidades de crédito. Los conceptos financiables son activos fijos productivos nuevos o de segunda mano, siempre que cumplan los requisitos establecidos.

En cuanto a la financiación privada, destacan las redes de *business angels*. Organizaciones que tienen como objetivo facilitar el contacto entre empresas en sus fases iniciales con inversores privados. Su labor consiste en captar *business angels* y emprendedores con proyectos novedosos, generar su encuentro (*matching*) y tutelar, garantizando la veracidad de las propuestas de unos y otros, el proceso de acercamiento hasta la consecución del acuerdo definitivo. El modelo de colaboración es variado, existiendo aquellas que cobran una comisión en caso de éxito a otras que actúan sin ánimo de lucro. En España existen, aproximadamente, unas cincuenta y, aunque por lo general no están especializadas en ningún sector concreto, destaca su interés por empresas de TIC, Internet, software, multimedia, biotecnología y energías renovables.



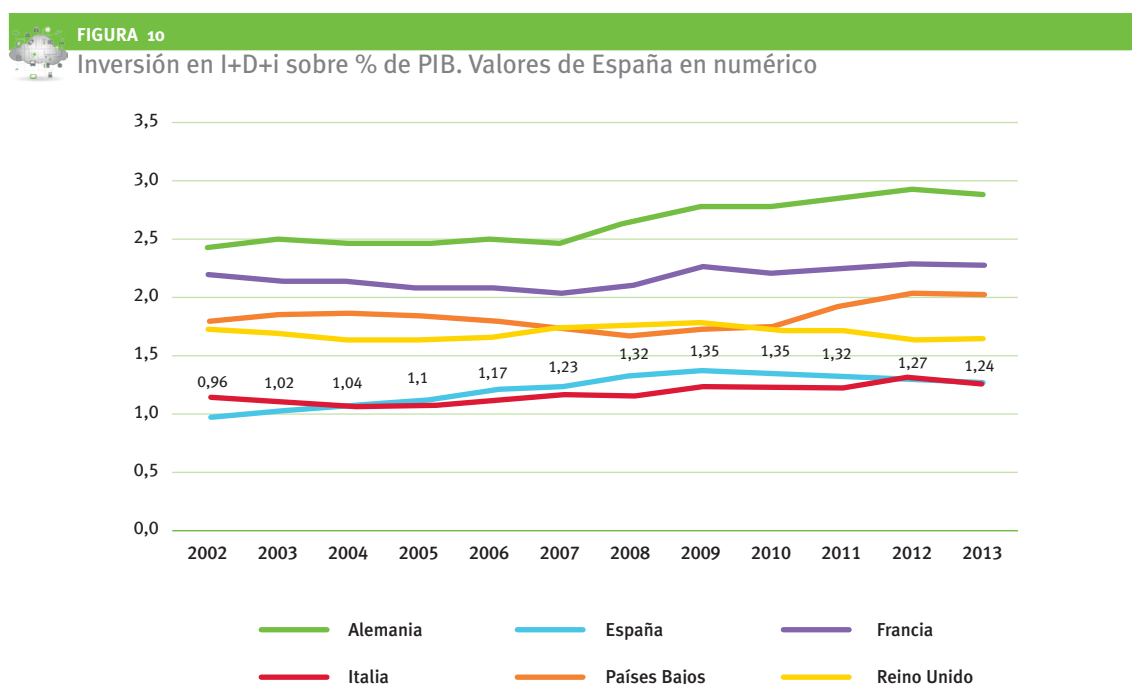
Los emprendedores con proyectos relacionados con IoT tienen en SeedRocket y First Tuesday sus dos redes de referencia:

- **SeedRocket:** es una organización creada por emprendedores, *business angels* e inversores de capital riesgo de toda Europa que cuenta con instalaciones físicas en Madrid y Barcelona para que los emprendedores de los proyectos que acogen puedan mejorar sus perspectivas, compartiendo experiencias y conocimientos entre ellos. Los participantes en esta ‘aceleradora de empresas’ se benefician del asesoramiento de los llamados ‘mentores’, emprendedores que han tenido éxito y que son, a la vez, reconocidos *business angels*. Esta entidad organiza programas y campus específicos para formar a emprendedores y convoca dos veces al año los llamados ‘Investors Days’, en los que empresas que han participado en sus programas presentan sus propuestas a inversores, capital semilla y *business angels*.
- **First Tuesday:** esta iniciativa surgió en 1998 en Londres y se extendió a las principales ciudades del mundo. Su propuesta es celebrar los primeros martes de cada mes eventos formativos y de establecimiento de contactos, dirigidos a emprendedores del ámbito TIME (Telecomunicaciones, Internet, Media y Entretenimiento) en los que mejorar sus proyectos y contactar con inversores. A las celebraciones que tienen lugar en Madrid, Barcelona y Valencia, se ha unido recientemente Sevilla.

## 1.4. ¿Qué podemos aprender de otros países?

### 1.4.1. La inversión tecnológica en Europa y en el mundo

Con respecto al contexto europeo y mundial, España tiene una inversión tecnológica por debajo de sus pares.



Fuente: Eurostat.



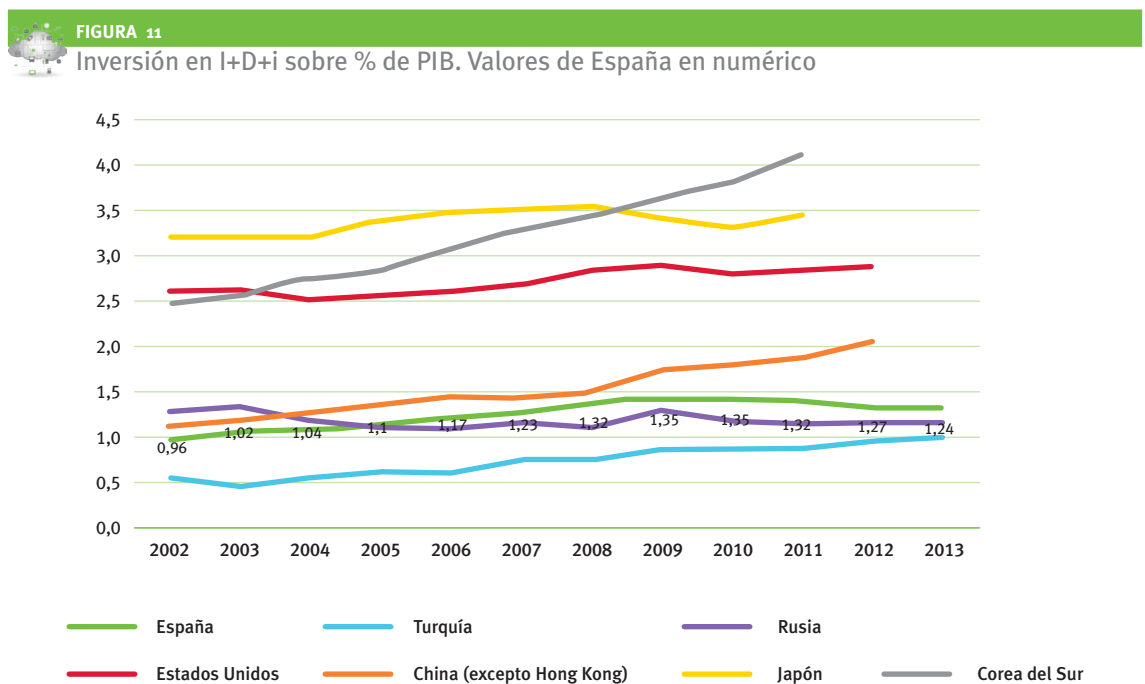
En cuanto las mayores economías de la Unión Europea con tamaño significativo, Alemania lidera la inversión con niveles cercanos al 2,5% del PIB dedicado. Sus números son muy similares a los de Estados Unidos, que también están próximos al 3% del PIB.

Es notorio que la inversión en I+D+i muestra un decrecimiento significativo durante los años de la crisis (2008 en adelante), mientras que en otros países como Francia la inversión continúa creciendo.

El caso de Italia, que entre 2005 y 2011 estuvo por debajo de España en inversión porcentual, en la actualidad ha conseguido igualar a la de España.

En definitiva, España ha pasado un tiempo muy complicado para desarrollar actividades de I+D+i por la baja inversión durante la crisis, aunque es esperanzador ver que la situación parece ir mejorando, tanto económicamente como desde el impulso administrativo.

En la siguiente gráfica, se muestra el nivel de inversión en I+D+i en función del PIB, fuera de la Unión Europea (se incluye España como comparativa).



Fuente: Eurostat.

Corea del Sur ha realizado un esfuerzo muy significativo por incrementar su gasto en I+D+i por encima de otras potencias similares como Estados Unidos y Japón, que acusaron brevemente la crisis de 2008 pero recuperaron la senda positiva a partir de 2010.

En el caso de China, la inversión sigue una senda positiva incluso en periodos de crisis, debido a la apuesta constante en el ámbito tecnológico, a diferencia de otros países más vulnerables como Rusia, más dependientes de sus recursos naturales que de la innovación.



Visto el gran nivel de inversión de las potencias mundiales (China, EEUU, Corea, Japón, etc.) Europa y España se enfrentan con una situación en la cual solamente combinando sus recursos, privados y públicos, pueden hacer frente a unos rivales con mayor PIB, recursos, población.

#### 1.4.2. ¿Cuál es la tendencia respecto al IoT?

Las firmas globales comienzan a reconocer el potencial de transformación de las soluciones IoT. El 80% de ellas está de acuerdo en que el IoT es la iniciativa tecnológica con más potencial en su estrategia de la próxima década y un 65% ha desplegado o está en proceso de implementar soluciones de IoT (Forrester Consulting, 2014).

La expansión exponencial del IoT tendrá como efecto un impacto económico en consumidores, negocios, ciudades y autoridades municipales, hospitales y muchas otras entidades que encuentren nuevas formas de explotar y aprovechar la tecnología.

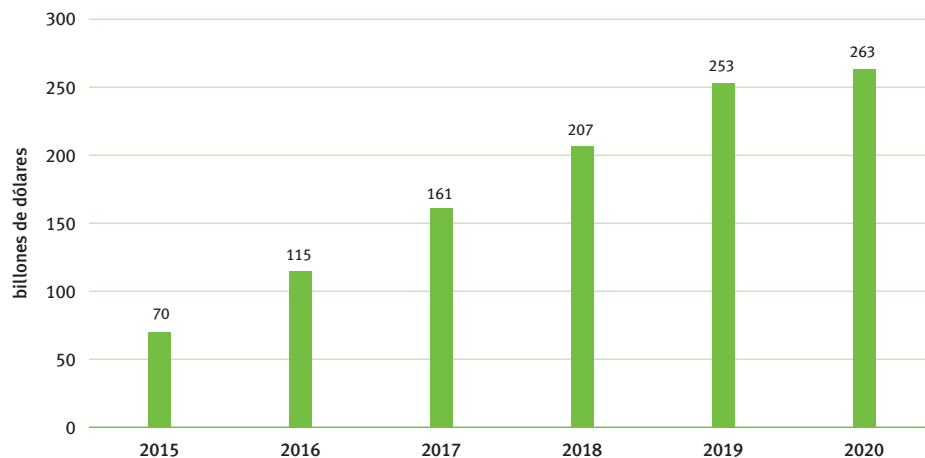
**TABLA 8**  
Unidades de IoT instaladas por categoría de negocio

Categoría	2013	2014	2015	2020
Automóviles	96.0	189.6	372.3	3,511.1
Consumidor	1,842.1	2,244.5	2.874.9	13,172.5
Negocio genérico	395.2	479.4	623.9	5,158.6
Negocio vertical	698.7	836.5	1,009.4	3,164.4
Total	3,032.0	3,750.0	4,880.6	25,006.6

Fuente: Forrester.

Respecto a la inversión en IoT, se estima que el gasto total pase de 69,5 billones de dólares en 2015 a 263 billones en 2020. (Gartner, Inc., 2014)

**FIGURA 12**  
Gasto total en servicios IoT, ponderado por base de unidades instaladas



Fuente: (Gartner, Inc., 2014).



### 1.4.3. Aplicación al modelo Español

Teniendo en cuenta el gran valor que supone el Mercado Digital Europeo y las posibilidades de transferencia de mejores prácticas, es evidente pensar que el modelo de inversión en IoT y sus aplicaciones industriales en España deba estar alineado con los modelos de las potencias Europeas, y más concretamente, con el Reino Unido, Alemania y Francia.

Como punto de partida, y sabiendo que a día de hoy la principal barrera de los emprendedores españoles es la financiación, sería conveniente continuar con la política de crear “zonas de emprendedores” siguiendo el modelo francés, que tengan una menor presión fiscal y que agrupen en unos pocos puntos geográficos la actividad emprendedora, favoreciendo así el *networking* y la compartición de ideas. La inversión estatal debe estar canalizada también a través de entidades privadas, agrupando la capacidad del capital público, con la cercanía de la empresa privada a las necesidades de los clientes y al conocimiento industrial. Esta creación de espacios público-privados, con la participación de emprendedores, desarrolladores, empresas, inversores e instituciones públicas es una de las razones por las que el Reino Unido ha sido tan exitoso (iniciativas como IoTUK comentadas anteriormente).

Otra práctica habitual en nuestros socios europeos es la externalización de parte de las actividades de I+D+i a *startups*. Sería conveniente que la legislación actual favoreciese este tipo de movimientos, y al mismo tiempo, impulsase al tejido empresarial español con los casos de éxito que existen en los países de nuestro entorno (Francia, Alemania), mostrando los beneficios en cuánto a eficacia, iniciativa e innovación que tienen estos modelos.

La externalización del I+D+i es especialmente importante para las aplicaciones del IoT a la fabricación industrial dado el fuerte foco de las empresas industriales en mejorar sus procesos, pero dedicando relativamente poco tiempo y recursos a la transformación digital. Disponer del I+D externalizado permite una agilidad mayor (menos procesos burocráticos, procesos más simples, foco exclusivo en transformación...). Empresas como Telefónica han conseguido tener un modelo mixto de I+D que le permite mejorar el I+D interno con iniciativas de su aceleradora (Wayra) e iniciativas específicas de IoT industrial (Click&Go, Thinking Things Open).

## 2. *Partenariados público privados para la inversión tecnológica*

Dentro de los vehículos de inversión, encontramos la colaboración de agentes públicos y privados (generalmente comisiones sectoriales a cualquier nivel de la administración, organismos educativos y grandes actores con intereses en la industria) que asocian la iniciativa pública con la inversión y/o gestión privada para lograr una serie de objetivos conjuntos. Este tipo de colaboraciones se han visto principalmente en el desarrollo de infraestructuras en nuestro país.





## 2.1. Los Parteneriados público privados para la investigación en la "industria del futuro"

Para dar respuesta a los nuevos retos asociados a la globalización, a la constante disminución de recursos, cambios demográficos y a las preocupaciones respecto al cambio climático, en 2008, la Comisión Europea lanzó el Plan de Recuperación de la Economía Europea. Fuente: (European Commission, 2008)

Dentro de este Plan, y con la necesidad de desarrollar métodos de colaboración entre organismos públicos y privados para investigación y desarrollo en industrias clave, se lanzaron varios programas de alianzas público privadas para la inversión en desarrollo de "Fábricas del Futuro".

Los grupos de trabajo definieron en un estudio una serie de desafíos y oportunidades clave para la industria europea del futuro, dividiéndolos en 4 "dominios" en los que está basado el proyecto de "fábricas del futuro":

1. Sostenibilidad de la fabricación.
2. Fabricación inteligente basada en tecnologías TIC.
3. Fabricación de alto rendimiento.
4. Incorporación progresiva de nuevas tecnologías (no necesariamente TIC) en la industria.

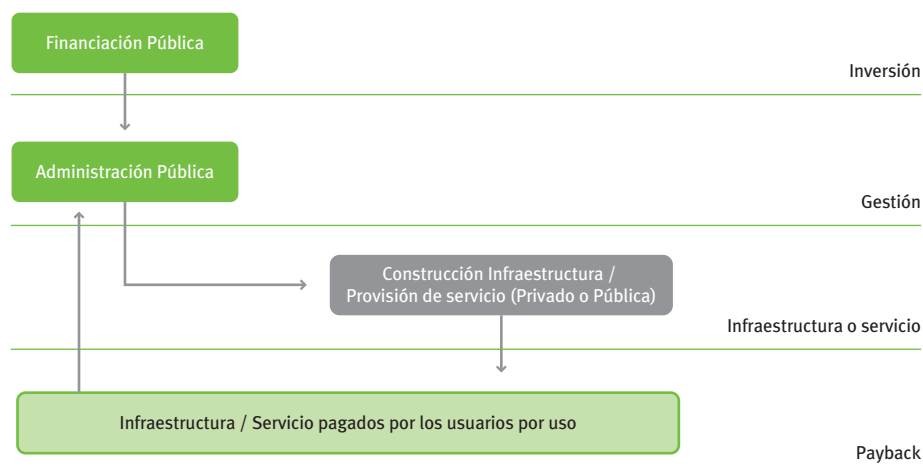
Esta iniciativa de la Plataforma Manufuture se engloba asimismo dentro del proyecto de Mercado Digital Europeo.

## 2.2. Modelos de Parteneriados Público-Privados

Los PPP se pueden articular en función de sus componentes básicos:

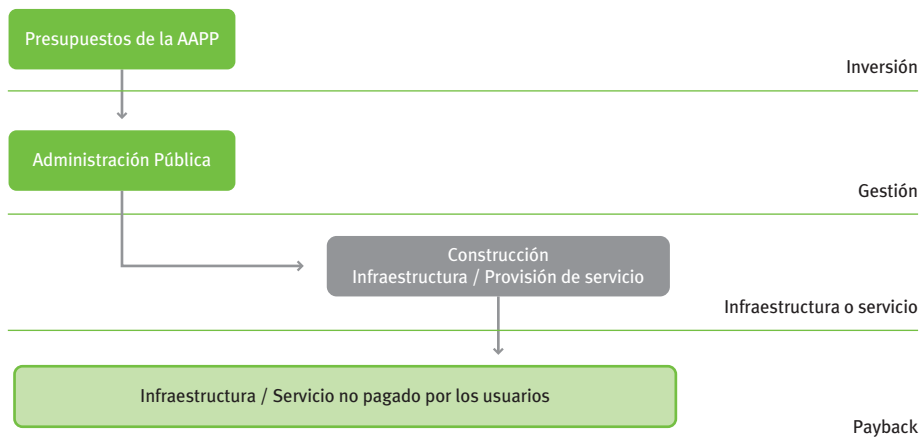
- Capital, ¿quiénes aportan el capital?
- Gestión, ¿quién gestiona la inversión y realiza el seguimiento del plan de negocio?
- Retorno, ¿cómo se gestiona el retorno de esa inversión?

**FIGURA 13** Modelo de financiación con recursos públicos y *payback* de los usuarios

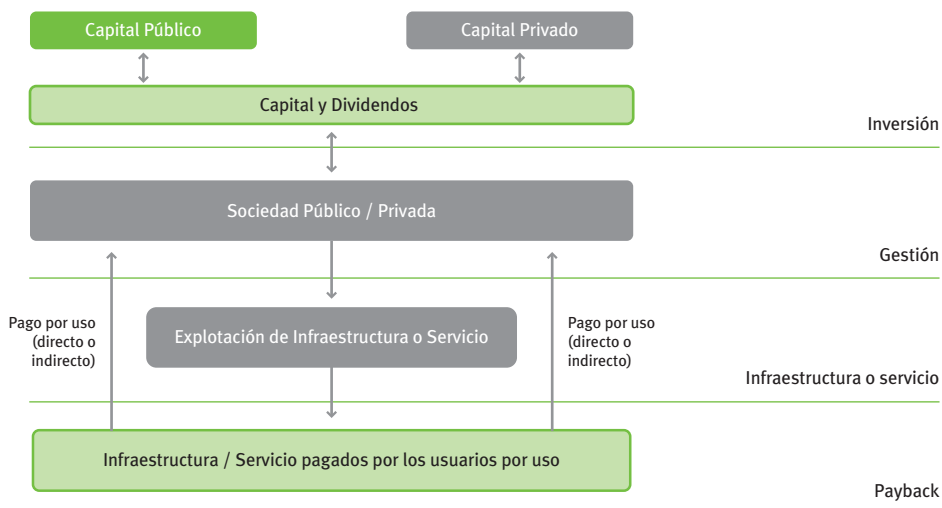




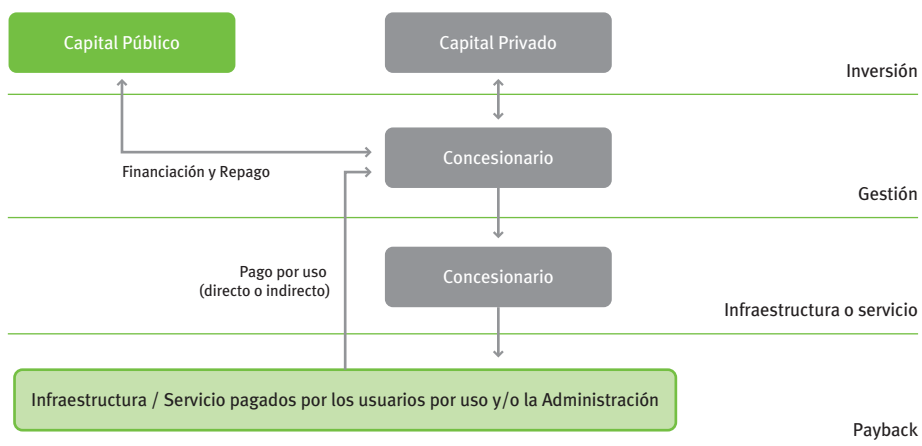
**FIGURA 14** Modelo de financiación con recursos presupuestarios



**FIGURA 15** Sociedades público/privadas



**FIGURA 16** Modelo de financiación mixta y concesión





### 2.3. Aplicación de un Partenariado público privado para la inversión en Tecnologías IoT aplicadas a la Industria

Como hemos visto en otras secciones del documento, es de gran interés para los actores industriales la externalización de sus actividades de I+D+i, dado que al mismo tiempo que obtienen un servicio de gran valor tecnológico para su operación a un coste contenido, transmite a la empresa de base tecnológica o innovadora unos conocimientos de gestión y mercado que les asistirán en innovaciones futuras. Este tipo de modelo, aplicado con gran éxito en Francia, permite el desarrollo de ambas compañías.

Sin embargo, ¿cómo llegar a esta simbiosis?

Actualmente, el CDTI desarrolla el programa Innvierte, en el cuál se persigue estimular la entrada de capital privado (mínimo 50% de la inversión) a través de dos sociedades de capital riesgo.

La gestión de la inversión corresponderá al inversor privado, siempre y cuando sea un especialista en la tecnología o en el sector de aplicación, asumiendo el liderazgo de las transacciones necesarias para implementar la inversión y las desinversiones.

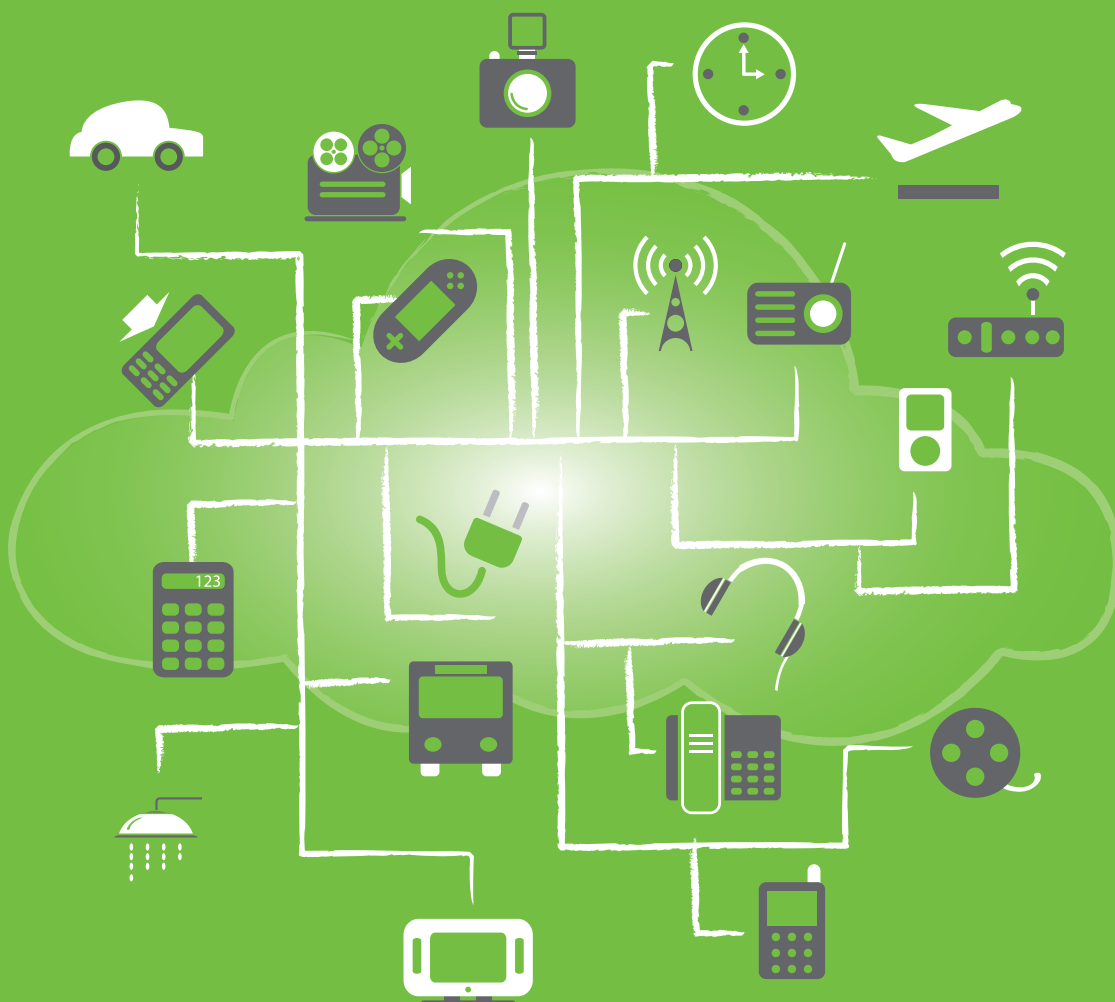
Combinando estos dos factores, externalización del I+D+i con inversión público-privada (vía sociedades de capital riesgo – siguiendo el modelo de sociedades público-privadas) se podría alcanzar beneficios para todas las partes interesadas:

- Por un lado, el inversor privado, obtiene una rentabilidad en base a la reducción de costes que supone la externalización de su I+D+i, además de tener visibilidad (vía financiación) en otros proyectos innovadores que puedan ser de su interés.
- El ente público (en este caso, CDTI), obtiene por un lado una rentabilidad sobre su inversión en base a un modelo de retorno por rentabilidad.
- El emprendedor consigue la financiación para llevar a cabo su proyecto, con el valor añadido del conocimiento de gestión, mercado y experiencia que le supone su alianza con la empresa.



# S

## CONCLUSIONES





## 1. Metodología para la elaboración de las conclusiones

Para la elaboración de las conclusiones de este informe, el equipo de investigación conjuntamente con la EOI, estimó oportuno consultar a un grupo de expertos acerca del diagnóstico de la situación en España en materia de Tecnologías IoT, elaborando una propuesta de recomendaciones a los distintos intervinientes en este ecosistema empresarial.

En este sentido, se organizaron cinco grupos de trabajo y numerosas entrevistas personales con la intención de debatir sobre el estado del IoT en España, las barreras a su crecimiento, el impacto que pueden tener en el sector industrial y los pasos que se deben dar para su fomento y desarrollo.

Los cinco grupos constituidos, en función al rol que juegan en el mundo de las soluciones IoT, han sido los siguientes:

- **Operadores de telecomunicaciones.** Son las empresas encargadas de proveer las redes de comunicaciones para las “cosas”. Se ha contado tanto con las grandes operadoras de nuestro país, como los operadores pequeños y medianos más especializados.
- **Fabricantes de dispositivos.** Se trata de las empresas orientadas a la construcción de los sensores y el hardware asociado al IoT, que en nuestro país es un sector de empresas pequeñas y nuevas.
- **Desarrolladores de plataformas y aplicaciones.** Este es un sector mucho más distribuido que incluye desde grandes empresas tecnológicas hasta pequeñas *startups*, habiendo participado una representación heterogénea con el objetivo de tener en consideración todas las perspectivas.
- **Centros de estudio e investigación.** Se trata de un conjunto de agentes con mucho impacto en el desarrollo de tecnologías que están en constante evolución. Se ha contado con la participación de universidades y centros de investigación que están trabajando en esta materia.
- **Sectores empresariales.** En este grupo se ha querido contar con la visión de los usuarios o los clientes empresariales del IoT. Al representar a un colectivo tan grande y diverso, han participado empresas y asociaciones que representan a algunos de los sectores clave para el IoT (turismo, agro, auto y *utilities*, entre otros).

A cada uno de los participantes, se les envió un conjunto de preguntas relativas al desarrollo del IoT en España, y con el compendio de las respuestas de cada grupo por separado, se elaboraron las conclusiones generales que fueron debatidas en una sesión presencial.

Las cinco sesiones grupales tuvieron lugar en julio de 2015 y las entrevistas se desarrollaron entre los meses de julio y septiembre. Los especialistas que han participado están mencionados en el Capítulo 6 de agradecimientos.



Las conclusiones que se desarrollan a continuación están basadas en el análisis de los estudios, artículos, informes y datos disponibles (citados en el apartado de fuentes bibliográficas), en la opinión de los expertos consultados y en la experiencia del equipo de investigación.

En el Anexo III, se incluye un resumen de todas las sesiones grupales mantenidas.

## 2. Conclusiones del informe

### 2.1. Relevancia del IoT y posicionamiento de España

*“La industria española de Tecnologías IoT presenta un potencial de crecimiento que puede hacer que este sector multiplique su facturación por seis en los próximos diez años”*

Podemos establecer que existe un acuerdo abrumador por parte de especialistas y expertos en relación a que el paradigma del IoT es uno de los elementos que más va a cambiar nuestra sociedad en los próximos años. Se hace muy difícil vislumbrar hasta dónde podrá llegar la revolución de los objetos conectados, pero lo que sí está claro es que va a afectar a la vida cotidiana, al ocio, los estudios, el trabajo, las compras y a un sinnúmero de actividades.

Lo que no resulta tan evidente es en qué momento se consolidará este gran cambio, pero los indicios son claros y los casos de éxito, si bien no son generalizados, distan de ser una excepción. Tal y como se ha desarrollado anteriormente, el volumen de actividad de Internet de las Cosas en España en 2014 ha sido de **2.575 millones de euros**, lo que representa el **3%** del Hipersector TIC, estimándose que pueda llegar a los **14.500 millones en 2024** (datos de AMETIC).

La mayoría de los especialistas coinciden en que nuestro posicionamiento internacional es ciertamente relevante, con múltiples empresas proveedoras de soluciones en la cadena de valor del IoT y una presencia fuerte de empresas nacionales en los proyectos que se ponen en marcha a lo largo de toda Europa, representando actualmente el 9% del mercado europeo occidental (IDC, 2015).

Sin embargo, se observa que el crecimiento en otros mercados que han irrumpido más tarde (por ejemplo, Francia, Reino Unido o Estados Unidos) está siendo más rápido y están consiguiendo funcionar como tractor del mercado, por lo que preocupa que a corto plazo la posición española pueda quedar rezagada.

### 2.2. Radiografía del ecosistema del IoT en España

*“La consolidación en España de un ecosistema industrial abierto e innovador es la palanca fundamental para el desarrollo de la industria de Tecnologías IoT”*

Hay diferentes roles que participan en el ecosistema empresarial del IoT, que coinciden con los actores asociados a los elementos habilitantes de las soluciones, es decir, fabricantes de objetos conectados, desarrolladores de plataformas y aplicaciones y operadores de telecomunicaciones.



El subsector de **fabricantes de objetos conectados** está muy atomizado, con muchísimas empresas de menor tamaño. Está soportado en gran medida en la innovación y en las *startups*, por lo que una gran cantidad de estas empresas tienen un ciclo de vida breve y son pocas las que se mantienen después de unos años. En general tienen barreras relativas al acceso a la financiación.

Por su parte, los **desarrolladores de plataformas y aplicaciones** son un grupo muy heterogéneo, en el que están representadas tanto las grandes empresas tecnológicas de nuestro país, como muchas empresas de software medianas no especializadas en IoT, así como otras más pequeñas con mayor especialización que disponen de un solo producto principal. Mención especial merece el uso de tecnologías de *cloud computing*, de *big data* y de *business intelligence* como soporte no necesario, pero sí muy habitual, en las soluciones IoT.

Finalmente, en el despliegue de redes IoT, están participando prácticamente todos los **operadores de telecomunicaciones** de nuestro país con redes propias. También requieren una mención particular en este ámbito las redes de comunicación propias especializadas en IoT, si bien a día de hoy solo una de ellas está presente en España, que aportan un rol diferencial a los operadores que las gestionan.

En relación a las interrelaciones entre todos los agentes, es muy destacable que la prioridad no es tanto la competencia para mejorar su participación en el mercado, sino más bien la colaboración y cooperación entre agentes, buscando las alianzas que permitan configurar soluciones eficientes que sirvan como servicios factibles y rentables a los problemas de la industria. Esto se debe principalmente a la enorme dificultad de la puesta en marcha de soluciones IoT integradas por parte de una única empresa, lo que hace necesarias las alianzas, así como la situación del mercado, en el que aún existen muchas oportunidades que sin embargo, requieren una elevada particularización a cada situación.

### 2.3. El IoT en la Industria 4.0 en España

*“Es necesario elaborar un mapa en profundidad de qué empresas componen la industria de Tecnologías IoT, así como determinar los distintos eslabones de la cadena de valor IoT”*

Si bien existe gran cantidad de datos relativos a la utilización de las TIC en la industria española y en sus principales sectores, no se dispone de información cuantitativa relativa al uso específico de Tecnologías IoT. Ante la ausencia de estos datos, hemos consultado a los distintos agentes de la industria en relación al despliegue de la Industria 4.0 y del uso de Tecnologías IoT en este contexto.

La opinión de especialistas es prácticamente unánime. Si bien España tiene una buena situación comparativa en el sector de desarrollo e implantación de soluciones IoT, esto no se ha reflejado en una adopción temprana de estas tecnologías en la Industria.

Está claro que este conjunto de tecnologías tiene mucho que aportar, en términos de mejora de la eficiencia, productividad, calidad, personalización de productos, mantenimiento preventivo, control del proceso productivo, entre muchos otros aspectos. Su aportación a la Industria 4.0 es fundamental y la llegada de las fábricas inteligentes abre un capítulo completamente nuevo en el modelo competitivo mundial, brindando una oportunidad única para mejorar la posición relativa de España y de Europa en la economía global.





Aunque existen algunos casos de éxito, estos son aún muy aislados. Por otra parte, está claro que el perfil empresarial de España, en el que las Pymes y las microempresas constituyen una enorme mayoría del sector industrial dificulta la adopción de tecnologías y procesos industriales más avanzados.

## 2.4. Las principales barreras al despegue del IoT

A pesar de ser un ámbito en pleno crecimiento, las Tecnologías IoT se enfrentan a elementos que están ralentizando su despliegue, y cuya resolución podría facilitar un desarrollo más rápido del mercado. Según los especialistas, las más importantes son:

- **Necesidad de conocimiento sectorial.** La utilización de Tecnologías IoT en el entorno empresarial con frecuencia atiende a modelos funcionales y a necesidades u oportunidades propias de cada sector. De hecho, cuando se plantea su utilización integrada en los procesos industriales, se requiere un conocimiento muy específico de los procesos de fabricación que pueden ser distintos de una empresa a otra. La ausencia de perfiles con conocimientos sectoriales específicos se une a la falta de conocimiento que tienen los propios sectores empresariales respecto a las oportunidades y capacidades reales que se pueden encontrar en las Tecnologías IoT.
- **El retorno de la inversión.** La conexión de dispositivos y la puesta en marcha de soluciones globales de IoT requieren inversión. En este sentido, no se considera tan relevante la barrera propia del coste, como la de identificar realmente los ámbitos clave en los que las mejoras de eficiencia y productividad, la reducción de costes de producción, de mantenimiento o costes de servicio posventa (por ejemplo por un mejor mantenimiento preventivo), el aumento de las ventas (por mejoras en calidad o por incorporación de funcionalidades diferenciales), entre otros, sean suficientes para justificar la inversión concreta en dispositivos, redes, sistemas, despliegue y mantenimiento de la solución. En gran medida, la dificultad de identificar estas oportunidades clave parte del propio desconocimiento sectorial específico ya indicado, pero también influye la inexistencia de costes detallados en los procesos productivos, ya que en gran medida costes como los energéticos o de mantenimiento o el consumo de materia prima de un producto concreto o de una parte del proceso en una fábrica, pueden intuirse, pero difícilmente delimitarse.
- **Indefinición de estándares.** Una de las razones que frena la decisión de abordar proyectos de IoT es la incertidumbre sobre si determinados estándares o tecnologías van a ser las que tengan continuidad en el mercado y soporte a largo plazo. Si bien hay consorcios, organismos y grandes empresas aunando esfuerzos para establecer estos estándares, no parece que a corto plazo la situación vaya a cambiar significativamente.
- **Seguridad.** En el ámbito de la seguridad, no existe un enfoque claro y único para proteger los datos de las cosas conectadas. Es un tema complejo, porque este paradigma va acompañado de la generación de ingentes volúmenes de datos que en algunos casos de manera individual pueden resultar irrelevantes, pero en un contexto de gran volumen contienen información valiosa del entorno, de los productos o de los procesos de fabricación, entre muchas otras. Los protocolos de seguridad habituales de Internet no son adecuados y tampoco parece haber un enfoque claro por parte de la Industria o de los organismos reguladores para abordarlo.



## 2.5. Los sectores a potenciar

Como se ha visto a lo largo del informe, son muchísimos los sectores en los que el IoT puede aportar innovación y eficiencia, entre otras muchas ventajas.

Los especialistas consideran que son muchos los factores que pueden hacer considerar a un sector más prioritario que otro en la incorporación de las IoT a sus procesos productivos y cadena de valor. Entre ellos destacan los siguientes:

- **Preparación.** Es importante que se trate de sectores que dispongan de ciertas capacidades para un mejor aprovechamiento de estas tecnologías. Industrias que ya dispongan de cierto grado de automatización, tengan cierta tradición de gestión de datos propios de los procesos productivos, tengan controles automáticos de producción o manejen herramientas de sistemas de información o analítica de datos, estarán mucho mejor adecuadas a poder abordar un proyecto de objetos conectados. Del mismo modo, la existencia de redes de comunicación o de otro tipo de tecnologías aprovechables también puede ser un factor que simplifique la puesta en marcha de soluciones IoT.
- **Casos de éxito.** Sectores en donde ya se hayan dado los primeros pasos en las soluciones IoT también son grandes candidatos. La experiencia previa, el conocimiento real del valor que están aportando estas tecnologías, el conocimiento de cómo se han solucionado los obstáculos y la certeza de los beneficios que se están materializando en empresas similares hacen más proclive la decisión de abordar estos proyectos y permite tener una visión mucho más clara del proyecto a desarrollar.
- **Efecto tractor.** También es importante priorizar los sectores que pueden tener un efecto multiplicador en esta transformación tecnológica. Sectores muy relevantes económicamente, con alta concentración de industria auxiliar o derivada o que tengan alto impacto social deben quienes lideren la adopción del IoT en España.

En este sentido, se han estudiado los principales sectores donde las Tecnologías IoT pueden desempeñar un efecto revulsivo de la actividad industrial dentro del mismo. A continuación resumimos alguno de estos sectores:

- **Sector de automoción.** Se trata de uno de los sectores en los que más se habla de IoT y que suele utilizarse como ejemplo de las ventajas que puede proporcionar estas tecnologías. En relación a los productos (los coches), éstos ya disponen de una gran conectividad interna y la normativa europea ya requiere que los nuevos vehículos dispongan de conectividad externa, además de que disponen de gran capacidad de cálculo, lo que en conjunto brinda muchas oportunidades para dotar de servicios al “coche conectado”. Mejor información de entorno, conducción inteligente, mejores sistemas de mantenimiento preventivo, conducción autónoma, entre otros, son ejemplos de aplicaciones que ya están en funcionamiento. Por otro lado, en los procesos de fabricación, distribución y servicios hay muchas oportunidades para mejorar eficiencia, disminuir costes, control de las flotas, etc.
- **Sector agrícola.** El sector agrícola, tanto por su relevancia en nuestro país, como por el valor que se puede aportar con este paradigma, es otro de los sectores clave a considerar. Se están haciendo muchos avances aplicados a la agricultura que permiten un control muy estricto de las condiciones del entorno y



mediciones en tiempo real de condiciones del suelo, el aire, la humedad, la temperatura y de las plantas, que permite la prevención de enfermedades, la planificación de la recolecta personalizada, la selección de los mejores productos, inventarios, entre muchos otros. También hay muchas aplicaciones relativas a la monitorización de los cultivos y prevención de robos a través de cámaras y drones.

- **Sector de utilities.** También en los sectores de electricidad, gas y agua se considera relevante debido al efecto en el resto de industrias y al impacto social que puede llegar a tener. Las principales aplicaciones en el sector incluyen mejoras en el mantenimiento y monitorización de las infraestructuras, alertas, prevención y respuesta automática a fallos y consumo eficiente, entre muchas otras.
- **Sector turismo.** A pesar de no ser una “industria” propiamente, está claro que siendo uno de los motores fundamentales de nuestra economía, y con lo mucho que está cambiando la tecnología los hábitos de consumo del cliente, es uno de los pilares en los que promover el uso del IoT. El sector está avanzando a pasos agigantados con el fin de brindar una experiencia diferencial al turista, personalizando la oferta al máximo y utilizando las tecnologías para cosas como optimizar las rutas turísticas, habitaciones de hoteles o restaurantes “inteligentes” e hiperconectados, pulseras para parques de atracciones, nuevos servicios museos, entre muchos otros.

## 2.6. Insuficiente transferencia tecnológica

*“Las universidades españolas tienen una importante responsabilidad en la capacitación de los profesionales de la industria IoT y en la transferencia tecnológica a la industria mediante la creación de patentes y la creación de nuevas empresas que las comercialicen”*

Existe una opinión bastante generalizada entre los especialistas en que se debe potenciar y mejorar la transferencia del conocimiento y de las investigaciones llevadas a cabo por las universidades y centros de investigación hacia los sectores proveedores y consumidores de soluciones IoT.

Nuestro sistema universitario actual está orientado a mantener a las personas y el conocimiento dentro de ese entorno, siendo la transferencia de tecnología al sector productivo mejorable. Por otro lado, se considera que no hay una relación directa y estrecha entre la investigación de los centros y universidades y las necesidades y aplicaciones que requiere el mercado.

En gran medida, los sistemas de incentivos tanto personales como a nivel de organización, fomentan la realización de publicaciones y no consideran la aplicación posterior en el mercado de los frutos de la investigación, ni su alineación con las necesidades reales.

En este sentido, es recomendable orientar las ayudas públicas al I+D+i a garantizar que las investigaciones deriven en una transferencia tecnológica al sector productivo y se aporte un valor real al sector empresarial.



## 2.7. La innovación y el emprendimiento como tractores del ecosistema IoT

*“El modelo de innovación en materia de Tecnologías IoT debe ajustarse a los nuevos modelos de negocio y de emprendimiento”*

Las soluciones IoT que se están implementando hoy en día en las empresas están siendo diseñadas a la medida de las aplicaciones y funcionalidades que se quieren poner en marcha. Es un sector que en este momento requiere de muchísima innovación para ser capaces de satisfacer las diferentes necesidades del mercado de manera eficiente.

En este contexto, la innovación es un factor fundamental que debe funcionar como tractor de todo el sector, poniendo sobre la mesa nuevas soluciones, aplicaciones o tecnologías necesarias para ir mitigando las barreras de aplicación del IoT.

Si bien no se trata de una regla rígida, la innovación está resultando mucho más sencilla, natural y fluida en las empresas de IoT de menor tamaño. Las grandes empresas tienen procesos más burocráticos, debido a sus propias dinámicas corporativas y estructuras poco flexibles, que les hace mucho más difícil abordar con éxito este tipo de procesos.

Es por ello que en el sector se están produciendo gran cantidad de alianzas entre grandes y pequeñas empresas de IoT, en las que las empresas pequeñas aportan la innovación, mientras las grandes tienen mayor nombre comercial, participación en el mercado o músculo financiero.

Sin embargo, los especialistas coinciden en que no se está potenciando suficientemente la innovación. La mayor parte de esta, proviene de pequeñas empresas que no cuentan con una infraestructura financiera y de apoyo, a diferencia de experiencias en otros países como Francia, EEUU o Reino Unido, donde se genera un ecosistema de emprendimiento que a través de ayudas, financiación, acceso a infraestructuras o apoyo especializado, fomentan la creación de proyectos y soluciones de Tecnologías IoT.

## 2.8. Recomendaciones para las Administraciones públicas

En las sesiones de trabajo y entrevistas mantenidas en torno a la elaboración de este informe, han surgido múltiples propuestas para que las Administraciones públicas fomenten el crecimiento de esta industria. Entre ellas cabe destacar:

- **Elaboración del mapa de capacidades y necesidades industriales de IoT.** Uno de los primeros pasos para un despliegue nacional de la industria es una radiografía práctica que permita establecer capacidades, necesidades y prioridades de acción. En este sentido, este mapa habría de incluir:
  - Oferta: Empresas, agentes, asociaciones y foros de cada una de las capas del IoT en España.
  - Demanda: Identificación de clúster industriales con un nivel de preparación sectorial adecuado y de sus necesidades. Identificación de clientes avanzados con predisposición a abordar un proceso de transformación hacia la Industria 4.0.



- Elaboración de una agenda estratégica que permita alinear los esfuerzos en I+D+i para la industria nacional.
- **Creación de un observatorio de la Industria 4.0.** Un observatorio que aporte vigilancia y visibilidad a los casos de éxito que se produzcan en nuestro país y que permita entender qué aporta la Industria 4.0 a los distintos sectores. Este observatorio podría encargarse además tanto de impartir programas de formación a directivos y gerentes de empresas como de crear un ecosistema de Industria 4.0 y espacios de encuentro donde compartir los conocimientos y experiencias y poder establecer alianzas y colaboraciones.
- **Aceleración de empresas del sector IoT.** En ese sentido, se puede tomar como buena práctica el modelo que utiliza Reino Unido actualmente: creación de comisiones que tienen como objetivo atraer empresas de toda Europa para que establezcan su sede central en el país o en algún polo concreto, mediante incentivos como ofrecer alquileres asequibles en zonas clave (cerca de los centros de investigación), facilitar el contacto entre los agentes del ecosistema IoT y dar acceso a asesoramiento estratégico, financiero, normativo, fiscal y de sectores concretos, además de a fuentes de financiación. Las *startups* tienen una mayor probabilidad de éxito cuando son apoyados por una aceleradora, ya que les aportan una mayor credibilidad frente a los inversores al haber sido seleccionadas previamente. Estas aceleradoras facilitan la superación de las etapas iniciales (planes de apoyo, formación de emprendedores, financiación, conexión con posibles inversores, ayuda a la exportación, etc.) y permiten favorecer la creación de nuevas empresas, pudiendo atraer además empresas extranjeras.
- **Fomento de la transferencia tecnológica.** Favorecer la transferencia de conocimiento desde los centros universitarios y de investigación hacia las empresas, alineando las investigaciones hacia las necesidades reales del mercado.
- **Financiación europea horizonte 2020.** España va a recibir hasta el 2020, una gran cantidad de fondos europeos con el objeto de avanzar en la especialización inteligente, programas RISC3 y digitalización inteligente de las regiones, entre otros temas. Es necesario que el Gobierno trace una estrategia clara para esas inversiones, siendo la industria 4.0 uno de los elementos que debe figurar con mayor relevancia.

## 2.9. Los perfiles profesionales que necesita el IoT y la Industria 4.0

*“La industria española de IoT requiere de profesionales especializados en las tecnologías del nuevo paradigma tecnológico a la vez que de un conocimiento profundo de los sectores manufactureros”*

Es bastante claro que un cambio tan profundo en el modelo productivo como el que comentamos en este informe no puede llevarse a cabo con los perfiles profesionales tradicionales. La necesidad de conocimientos y habilidades TIC que hace unas pocas décadas correspondían exclusivamente a las áreas de tecnologías, hoy se han generalizado a prácticamente todos los ámbitos de la organización.



Este cambio profundo en los perfiles profesionales se va a ver acrecentado muy rápidamente por la incorporación de Tecnologías IoT a la industria, por lo que las carreras técnicas del futuro deberán tender a ser diferentes, profundizando los conocimientos específicos de los diferentes sectores industriales y aunándolos con las competencias tecnológicas.

En este sentido, se debate actualmente entre los especialistas sobre si estas competencias y conocimientos deben impartirse a nivel de grado o de postgrado.

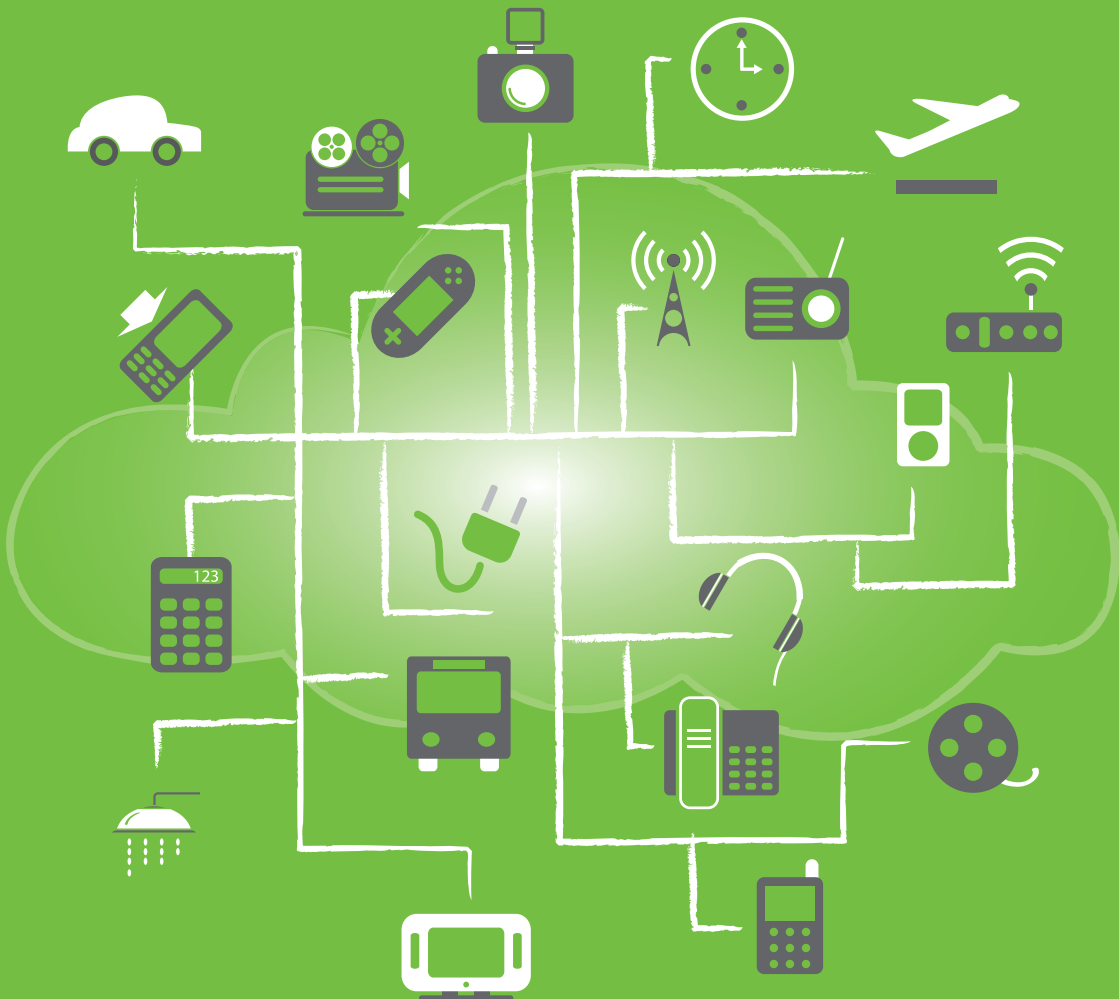
En cualquier caso, a corto plazo, los postgrados se adaptan de una mejor forma a las necesidades del IoT, ya que son muchos más rápidos de adecuar y poner en marcha, a diferencia de los grados que requieren de más tiempo debido a los trámites de verificación y aprobación. En los estudios de grado, el período desde que se concibe la idea hasta que egresa el primer alumno es de, al menos, seis años, tiempo demasiado extenso para dar respuesta a un entorno dinámico como es el IoT.

Este es uno de los primeros informes que sobre Tecnologías IoT e Industria 4.0 se escriben en España. El reto del informe ha sido intentar reflejar la realidad de estas tecnologías y su presencia en la industria española. Los datos obtenidos reflejan que la presencia de estas tecnologías en las principales industrias españolas es muy incipiente, pero existe un alto potencial de desarrollo dado que los que sí se está desarrollando es un fuerte ecosistema industrial abierto e innovador entorno a esta nueva actividad industrial.

El equipo de investigación que ha realizado este informe tiene la certeza que si cada uno de los intervinientes en el ecosistema industrial asume su parte de responsabilidad en el desarrollo del mismo, en muy poco tiempo veremos cómo se revisan al alza las cifras de crecimiento de la industria de Tecnologías IoT en España.



## AGRADECIMIENTOS





Este informe es el fruto de un amplio trabajo que ha requerido la incorporación al equipo de investigación de especialistas en el ámbito objeto del mismo, además de la consulta y análisis de numerosos artículos, informes, estudios y otras publicaciones relativas a los mundos de Internet de las Cosas e Industria 4.0.

Sin embargo, el valor real del mismo proviene en gran medida de la valiosa visión práctica y conocimientos que nos ha transmitido un grupo de profesionales que representan parte del ecosistema del IoT de España y que amablemente han participado en entrevistas personales y grupos de trabajo.

Resulta oportuno recalcar, que si bien las aseveraciones del informe se basan o complementan con información y opiniones recabadas de estos especialistas, en ningún caso esto implica que ellos compartan total o parcialmente las mismas.

Quisiéramos agradecer sinceramente la participación de las siguientes personas:

- Fernando Abella García (Telefónica)
- Jordi Alvinà Rovira (Cellnex Telecom)
- Aitor Alzaga (Tekniker)
- Carles Antón-Haro (CTTC - Centre Tecnològic Telecomunicacions Catalunya)
- Sergio Arana (Zechman Capital)
- Cristina Areste (Universitat Politècnica de Catalunya)
- Belén Arranz Sobrini (Sigfox)
- Nuria María Arribas (FIAB)
- Juan Becerro San Emeterio (TST)
- Alfonso Campoy Naranjo (Wellness Telecom)
- Jordi Casamada (Accent Advanced Systems)
- Miguel Castillo Holgado (Carriots)
- Oriol Cervello (IntesisHome)
- Juan Corro Beseler (U-tad)
- Ion Cuervas-Mons (ThinkBig Factory)
- Cesar de la Rosa (Avnet Iberia)
- Alberto De Torres Pachón (Tecnalia)
- Alfonso Díez (B2T)
- Miguel Egido Cortés (WifiActiva)
- Jorge Munir El Malek Vázquez (Gradiant)
- Guillermo Escobar (e3tcity)
- May Escobar Lago (Fundetec-Oficina técnica de la RECI)
- José Esmorís (Sernauto)
- Marc Fàbregas Bachs (Zolertia)
- Pilar Fernández (Vodafone)
- Alberto Fernández Santamaría (Ecoembes)
- Araceli Gabaldón (FIAB)
- Gonzalo García (Cellnex Telecom)
- Teodoro García (Universidad Católica de Murcia)
- Javier García Puga (Telefónica)
- Álvaro José García Tejedor (Universidad Francisco de Vitoria)
- Adolfo García Yagüe (Energy Minus+ -Grupo Telnet-)
- Juan Gascón (Ametic)
- María Gil Cabrera(Adevice)
- Iñaki Gil Ganuza (Ikor)
- Francisco Jariego (Telefónica)
- Charles Kirby (PwC)
- Enrique Lancis (Segittur)
- Manuel Lara (Rbz Robotics)
- Gonzalo León (Universidad Politécnica de Madrid)
- Martín Longobucco (DataLong 16)
- José Antonio Lorenzo (Lyhings)
- Luis Martín Cabiedes (Cabiedes & Partners SCR)
- Tomas Martín Rodríguez (B2T)
- Jesús Martínez Ons (IBM)
- Philippe Mate (Telecom Design)
- Bruno Maurel (Telecom Design)
- Félix Mencías (Machine To Cloud Solutions, S.L.)
- Fernando Morcillo (AEAS)
- Juan Luis Mulas Platero (Orange)
- Luis Muñoz (Universidad de Cantabria)
- Juan Miguel Navarro Ruiz (Universidad Católica San Antonio de Murcia - UCAM)
- Ignacio Nuñez (Sbyn Advisors)
- Bartolomé Olivares (IoT Labs)
- Soraya Paniagua (Periodista)
- Josep Paradells Aspás (Fundación i2CAT y Universitat Politècnica de Catalunya)





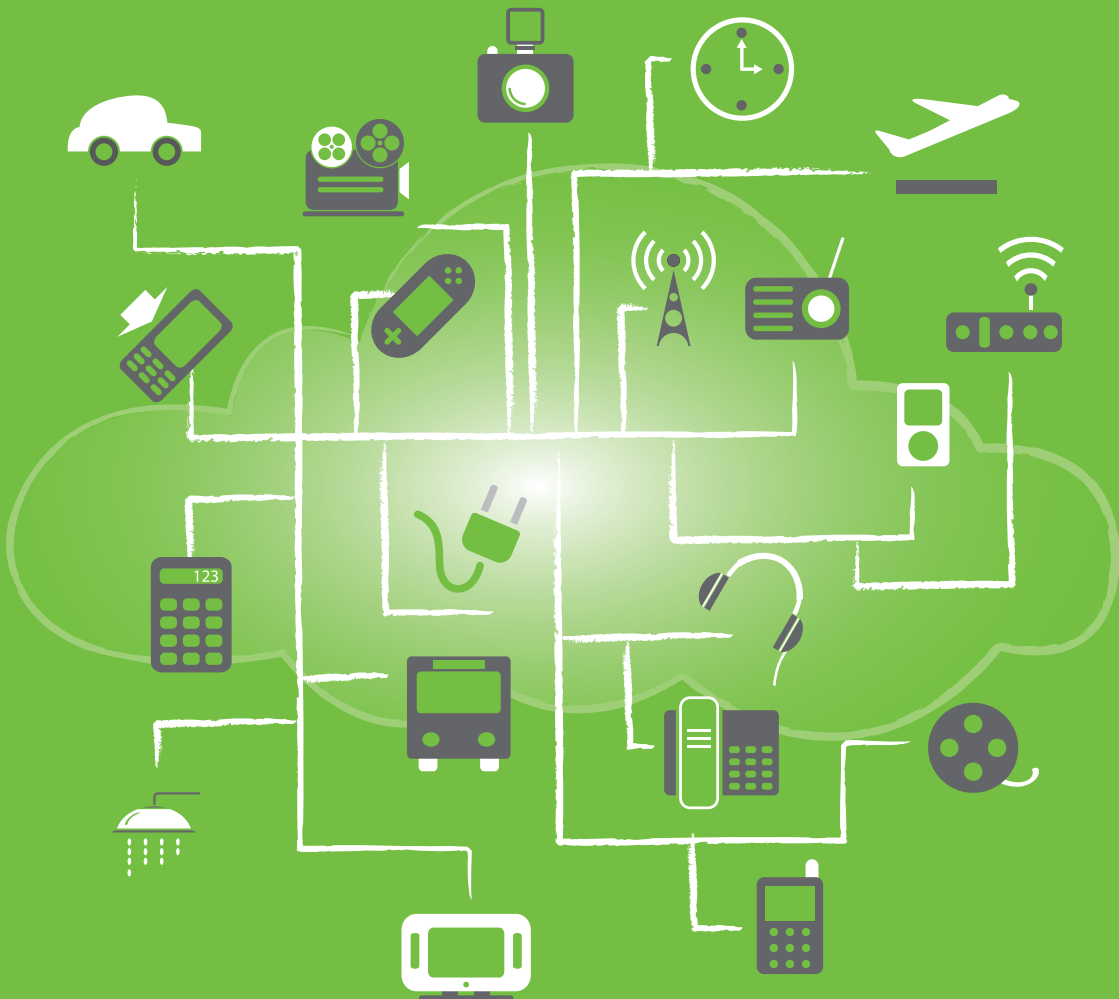
- Francisco Pardo de Miguel (zbi Smart - Agrookam)
- Santiago Pardo Gil (Amipem)
- Jacobo Penide (Telecon)
- Fernando Presa Frías (Nexmachina)
- Jesús Ranz Abad (T6C)
- Josep Rius (M2M)
- Bertrán Ruiz (IoT Valley)
- Jaume Sanpera (Eurona)
- Asunción Santamaría (Universidad Politécnica de Madrid)
- María Luisa Soria (Sernauto)
- Josep María Torras (Urbiotica)
- José María Torronteras (Yoigo)
- Luis Ignacio Vicente (Telefónica)
- Ignasi Vilajosana (Worldsensing)
- Climent Vilatersana (Moba)
- Mariano Vivancos (Universidad Internacional de la Rioja)
- Ángel Ybañez (Securitas Direct)
- Carlos Yubero Arruga (Cellnex Telecom)
- Francisco Javier Zorzano Mier (Telefónica)



anexo



## ESTADO DEL ARTE TECNOLÓGICO





Cuando se habla de una tecnología disruptiva y heterogénea como es el caso del IoT, el hecho de hacer un ejercicio de estado del arte ha de verse en todo momento como una “foto” de la misma en un instante de tiempo. Lo que aquí se va a presentar engloba el estado de la tecnología en el último cuarto de 2015 y pone las bases de las evoluciones esperadas en los próximos meses y años en este sector.

Aunque las bases del IoT se están desarrollando sobre conceptos y tecnologías consolidadas en muchos de los casos, la novedad de casos de uso y la introducción de nuevos habilitadores presenta un panorama difícilmente gestionable de tecnologías heterogéneas.

Aunque varios organismos de estandarización están intentando establecer lo que debe de ser una arquitectura común para el IoT (Allseen Alliance, OIC, Thread, etc, de los que se hablará en secciones posteriores), la variedad de aplicaciones a implementar y todos los posibles encajes tecnológicos a considerar dejan esta definición incompleta y a definir en muchas de sus facetas.

A la hora de presentar un estado del arte del IoT, dada la heterogeneidad técnica existente, se ha decidido tomar una aproximación desde varios puntos de vista con el fin de poder cubrir las distintas áreas de desarrollo e investigación.

#### 1. *Arquitectura IoT*

Antes de conocer las tecnologías en detalle, se resumirá de forma holística las concepciones arquitecturales usadas actualmente en objetos conectados, *cloud* y plataformas y aplicaciones.

#### 2. *Tecnologías IoT*

Una vez presentadas las distintas arquitecturas, se introducirán los protocolos y tecnologías más relevantes dentro del IoT.

#### 3. *Estándares y consorcios del IoT*

Este aspecto ya se ha tratado en detalle en el capítulo 3.

## 1. *Arquitectura IoT*

Basta con realizar un análisis comparativo de las distintas implementaciones dentro del IoT, para constatar el uso de distintos tipos de arquitecturas. La diferenciación viene principalmente dada a nivel de objeto conectado e integración con el *cloud* o plataforma IoT. Desde el punto de vista de los servicios y las aplicaciones la aproximación es similar arquitecturalmente hablando y solo se detallará sobre ella en la descripción tecnológica del IoT.

Los tipos fundamentales de arquitectura identificados se pueden resumir en tres grupos principales:

1. Arquitectura de tres niveles con objetos conectados sin protocolo IP.
2. Arquitectura de dos niveles con objetos conectados con protocolo IP.
3. Arquitectura de dos niveles con objetos conectados sin protocolo IP.



La primera es la que se corresponde a los despliegues con radios de baja potencia y posterior repetidor o pasarela para poder conectarse a una red IP. La segunda es la que incorpora una tecnología con conectividad IP directamente, estilo WiFi o modem 2G. La tercera es la arquitectura que usan nuevos protocolos de red específicos para IoT con su propia red no IP.

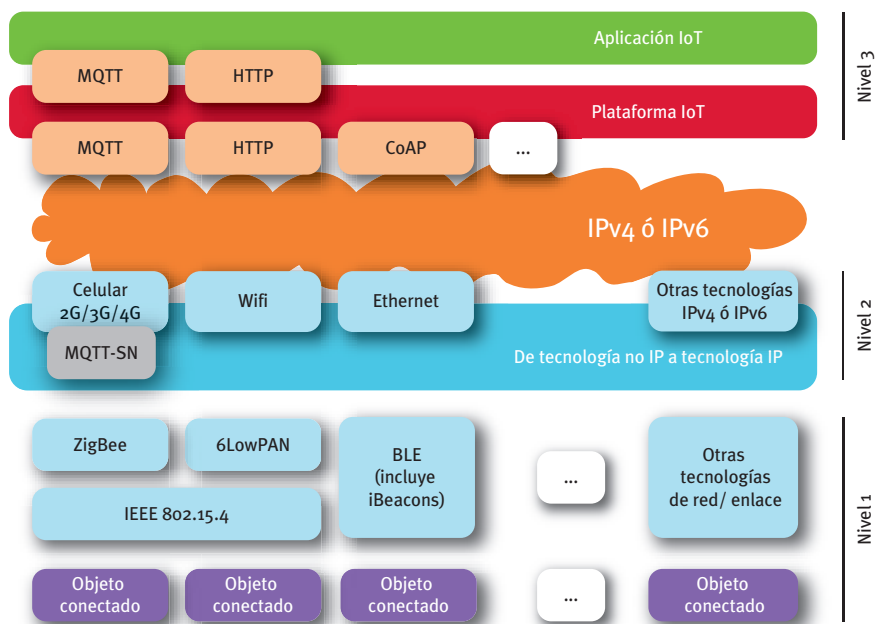
Desde el punto de vista tecnológico, en los tres casos existe un nivel inferior común. En este nivel se entiende la presencia de un dispositivo físico. Se puede hablar de algo sencillo, un dispositivo final simple, capaz de interactuar con sensores o actuar en relés, acopladores o interruptores, o un dispositivo más complejo, con capacidad de proceso más avanzado, aplicaciones integradas e inteligencia. En cualquier caso, el dispositivo a este nivel siempre será un dispositivo conectado.

Es a partir de este nivel cuando la interconexión que lo convierte en dispositivo IoT puede ser distinta, y esta dependerá de la aplicación, red disponible o coste, aunque, en determinadas ocasiones, también puede depender de factores políticos o la conveniencia del fabricante del mismo dispositivo, integrador de sistemas u operador de telecomunicaciones.

¿Es el principal objetivo vender tarjetas SIM o realmente se quiere hacer el despliegue IoT más eficaz? ¿Se debe usar la red WiFi de la ciudad a cualquier coste? ¿Hay una red de fibra óptica infrautilizada a usar obligatoriamente? Preguntas como estas serán decisivas a la hora de establecer la arquitectura IoT más adecuada para los distintos proyectos, y no siempre será la más óptima.

### 1.1. Arquitectura de tres niveles con objetos conectados sin protocolo IP

FIGURA 17  
Arquitectura de tres niveles con objetos conectados sin protocolo IP





Esta arquitectura ha sido la más usada durante años, sobre todo en los casos en los que se requiere un número importante de dispositivos de bajo coste y baja capacidad, como por ejemplo simples contadores o sensores alimentados por batería. En este caso, el uso de tecnologías con pila de protocolo IP resultaría más caro o simplemente demasiado goloso en consumo energético, con lo que se usa una red capilar, saliendo a una red IP por medio de una red de repetidores y/o pasarelas.

La primera capa de conectividad en este tipo de arquitecturas suele tener uno de estos dos planteamientos:

- Conectividad punto a punto del dispositivo final hacia una pasarela IP. Por ejemplo, conexiones sobre protocolo IEEE 802.15.4 o BLE (Bluetooth Low Energy).
- Una red mallada o conectividad enrutada, no IP, hacia un repetidor o una pasarela. Por ejemplo, conexiones sobre ZigBee, Z-Wave, Wireless-HART™, 6LoWPAN (es IP, pero es un caso especial) o similar.

Sobre este nivel inicial de conectividad, los objetos deben de ser capaces de encaminar los datos a través de estos elementos hacia una segunda capa que proporcione conectividad IP. Esta capa se implementa normalmente sobre una pasarela y proporcionará capacidades de enrutamiento, agregación de datos y, en algunos casos, gestión de red.

La pasarela presentará una conectividad de red IP usando tecnologías comunes como WiFi (IEEE 802.11), Ethernet (IEEE 802.3) o Celular (GPRS, EDGE, UMTS, HSxPA o LTE en redes 3GPP). Otras tecnologías como WiMax (IEEE 802.16), PLC (Power Line Communications), fibra óptica (ej. FTTx, HFC) o xDSL podrían usarse, pero son mucho menos populares en soluciones IoT, salvo en el caso de despliegues de estaciones base de tecnologías LPWA.

Una vez proporcionada esta conectividad IP, se establecen conexiones vía UDP o TCP. La mayoría de las arquitecturas estará basada en comunicaciones tipo *webservice RESTful* sobre HTTP, usando JSON, XML u otros formatos como encapsuladores de datos. Si bien cada día ganan terreno protocolos propios de IoT como pueden ser MQTT o CoAP.

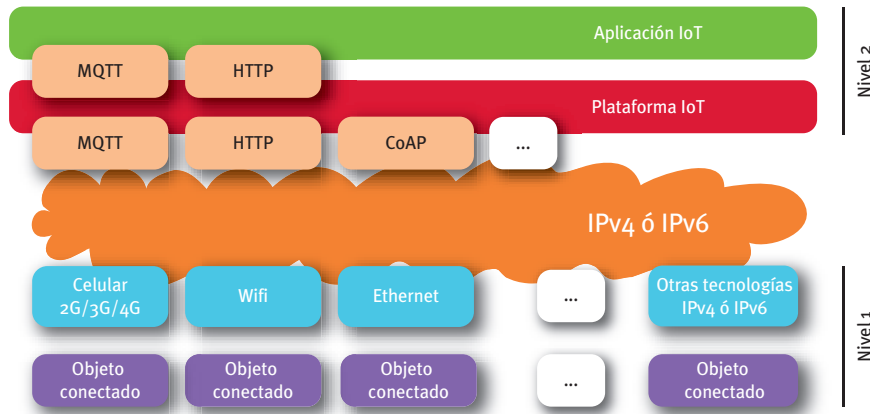
El tercer nivel de esta arquitectura interconectará entonces con el *cloud* o plataforma IoT capaz de recoger los datos, encaminar los comandos y realizar la gestión del dispositivo. Sobre esta capa, una serie de servicios se ofrecerán para poder desarrollar aplicaciones que habiliten la presentación de datos y la interacción con el sistema implementado.

Como nota final destacar que sobre esta arquitectura también se podrían englobar los llamados *wearables* o dispositivos personales conectados a teléfonos móviles o pasarelas en el hogar. En este caso sería el teléfono o tableta la que haría de pasarela hacia la plataforma IoT usando su conectividad.



## 1.2. Arquitectura de dos niveles con objetos conectados con protocolo IP

FIGURA 18  
Arquitectura de dos niveles con objetos conectados con protocolo IP



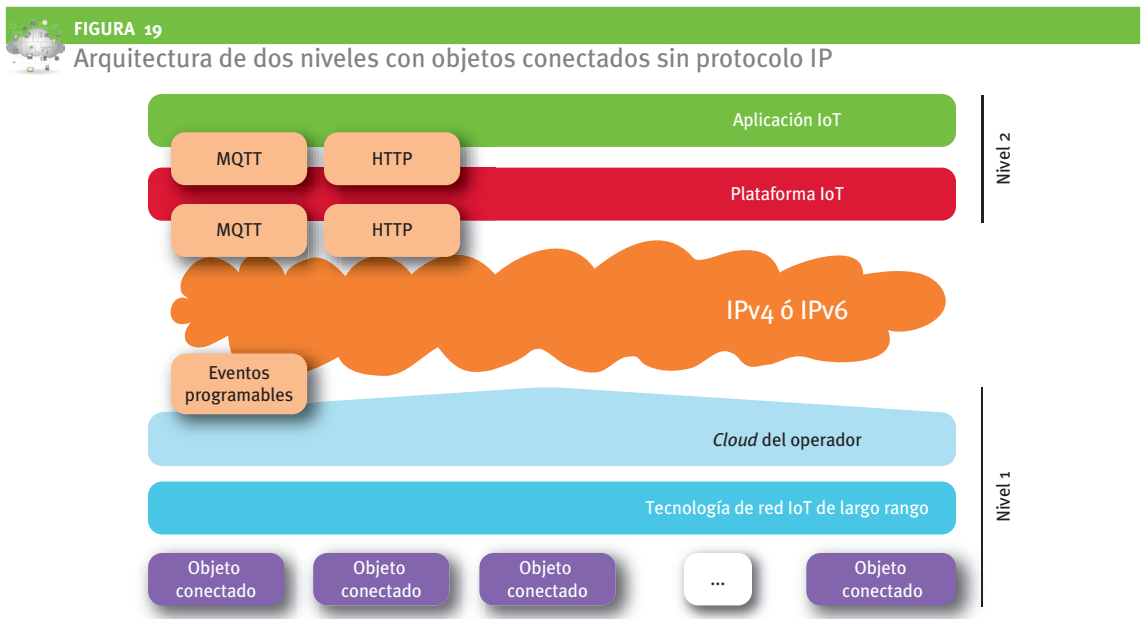
En esta arquitectura IoT se englobarán los dispositivos en los que los objetos conectados se encuentran equipados con una conectividad IP, por ejemplo, WiFi o modem celular (2G, 3G, 4G...). En este caso no es necesario tener pasarelas y su uso se justifica por varias posibles razones. Puede tratarse de falta de cobertura de ninguna otra red, o de objetos alimentados adecuadamente o equipados de baterías de muy alta capacidad y con poca cantidad de transmisiones diarias. También se podrían englobar los dispositivos con capacidad de recarga y duración corta de batería, por ejemplo, *wearables* u objetos del hogar.

Estos objetos equipados con conectividad IP son capaces de comunicarse directamente con el siguiente nivel, en este caso equivalente a lo que presentamos como tercer nivel en la sección anterior, el *cloud* o plataforma cercana. En este caso los protocolos requeridos en los objetos serán más complejos que en el caso anterior, con lo que se requerirá un hardware más potente, con más capacidad de proceso y memoria integrada. Estos protocolos sobre IP y TCP o UDP serán tales como MQTT, CoAP o HTTP con servicios web RESTful.

El mercado y organismos estandarizadores trabajan en soluciones celulares de bajo coste y consumo como el LTE-M, EC-GSM, Clean Slate,... si bien estas tecnologías aún no están disponibles es conveniente vigilar su evolución.



### 1.3. Arquitectura de dos niveles con dispositivos sin pila de protocolos IP



Era cuestión de tiempo que evoluciones de los protocolos existentes y nuevas soluciones técnicas se fuesen introduciendo en el mundo del IoT con el objetivo de simplificar los despliegues, ganar cobertura de red y no comprometer el consumo energético de los objetos o el coste de los mismos. Estas tecnologías parten de planteamientos mucho más básicos que la pila de protocolos IP y se basan en protocolos propios capaces de ofrecer una interacción directa, o cuasi-directa, entre el *cloud* y los objetos conectados. Así que en este caso consideraremos que nos encontramos en una arquitectura de dos niveles, tal y como podemos encontrar en despliegues basados, por ejemplo, en redes celulares.

Nuevos protocolos y operadores IoT surgen ante este nicho en el que no se ofrece solución directa con las tecnologías celulares actuales. Aproximaciones como la de Sigfox, LoRa o Weighless presentan objetos conectados de forma directa al troncal de la red, y por ende al *cloud* del operador, capacidad de crear dispositivos de bajo coste y larga duración de batería y, en algunos casos, servicio de operador de comunicaciones, evitando al usuario final incurrir en OPEX y CAPEX derivados del despliegue de su propia red de repetidores y pasarelas.

## 2. Tecnologías IoT

Muchos términos y acrónimos se han introducido en las secciones previas del documento y son muestra evidente de la heterogeneidad existente dentro del mundo del IoT en estos momentos. La aproximación conceptual y arquitectural presentada deja bastantes componentes abiertos a su integración con distintas tecnologías en función de las necesidades del caso de uso, redes disponibles, consumos energéticos o costes, y hasta en algunos casos, implicaciones industriales o políticas.





Cualquier análisis del estado del arte tecnológico del IoT es conveniente realizarla con un enfoque de abajo hacia arriba, desde el objeto conectado hasta la aplicación final. De esta forma se podrá entender previamente las bases técnicas, ventajas y limitaciones sobre los que la aplicación final deberá desarrollarse e integrarse.

Alineado con los conceptos presentados, se puede hacer una clasificación de las tecnologías en función de los elementos propios del IoT y de los interfaces entre ellos.



En las siguientes subsecciones se detallará cada uno de los componentes reflejados en la figura previa.

## 2.1. Tecnologías en objetos conectados

Más allá de su capacidad de comunicar, los objetos conectados son dispositivos basados en plataformas hardware y software, por lo tanto se necesita una capacidad de proceso y una programación de la misma. El IoT hereda las arquitecturas de microcontroladores más expandidas en el mercado, basando los productos principalmente en núcleos ARM, PIC, AVR, 808x o los más recientes ARM-Cortex M entre otros. Sobre estos, distintos sistemas operativos intentan tomar posición, ya sean soluciones existentes previamente a la explosión del IoT, como por ejemplo FreeRTOS, eCos, o VxWorks o nuevas propuestas enfocadas sector, como por ejemplo Contiki, TinyOS, RIOT OS o el inminente mbed OS de ARM.

No se puede olvidar la importante contribución que han tenido a la accesibilidad de desarrollo en el IoT las plataformas de hardware abierto, representadas por sus dos máximos exponentes: Arduino y Raspberry Pi. El primero es un sistema de sencilla programación y poca capacidad, pero muy accesible y con infinidad de accesorios y versiones. El segundo es un microordenador capaz de ejecutar versiones básicas de sistemas operativos como Windows o Linux. Ambos han servido a muchos desarrolladores y *makers*, aficionados al prototipado, como plataforma inicial de desarrollo de nuevas ideas y conceptos. Pero no ha de olvidarse las limitaciones de estas plataformas y se ha de limitar su uso en entornos exigentes al no estar las mismas concebidas para estas situaciones. Existen infinidad de plataformas hardware para desarrollar IoT, algunas clónicas de las dos mencionadas y otras propietarias o con intención de convertirse en estándar de facto como puede ser el caso de *mbed* de ARM, del cual se hablará en el capítulo 3 en más detalle.



## 2.2. Tecnologías de comunicaciones en objetos conectados

Sin comunicación no existe el IoT, pero tampoco existe una única forma de hacerlo. Partiendo del requerimiento de conectividad inalámbrica y de los conceptos de distintos niveles explicados en la sección anterior, esta conectividad puede ser capaz de permitir la interacción directa con un *cloud* o puede requerir el uso de repetidores y pasarelas. En el primer caso lo representan las tecnologías tradicionales de conectividad inalámbrica, esto es, el WiFi y la conectividad celular (del 2G al 4G), ambas de alto consumo energético, pero ampliamente soportadas y con gran cobertura. Dentro de este caso también se puede hablar de las nuevas tecnologías nativas de comunicación para el IoT, como por ejemplo las ya mencionadas Sigfox, LoRa, Weighless y otras nuevas iniciativas. Estas presentan consumos bajos, diseños baratos, altas coberturas y baja tasa de datos, pero dependen de la madurez de red desplegada, la cual aún es muy variable. En el último caso tenemos las tecnologías que requieren de despliegue de repetidores y/o pasarelas tales como ZigBee, Z-Wave, TinyMesh, IEEE 802.15.4, 6LowPAN, etc. Estas tecnologías han sido claves para el éxito inicial del IoT, pero se revelan en muchos casos como poco eficaces en despliegues amplios al trasladar la responsabilidad de operación de red al cliente final, una decisión que se ha revelado como poco apropiada en los despliegues iniciales realizados con estas tecnologías o similares.

Un caso particular dentro del IoT que también ha de considerarse es el de la conectividad entre el objeto conectado y dispositivos móviles o ciertas pasarelas. Para estos casos tecnologías como *Bluetooth*, sobre todo con su última versión de bajo consumo, el BLE (*Bluetooth Low Energy*), o NFC, tecnología de comunicación sin contacto derivada del RFID, se revelan como claves en esta interacción que podemos denominar como de área personal. El BLE también se ha revelado muy útil para la realización de balizas de bajo coste con intercambio de información con los móviles, con ejemplos tan mediáticos como los *iBeacons*.

## 2.3. Tecnologías aplicativas de red

La conectividad de los objetos con el *cloud* o plataformas IoT ha de encaminarse convenientemente. Esta puede ser directamente a través de protocolos de Internet (TCP/IP), puede pasar por una tecnología previa, por ejemplo ZigBee, antes de pasar por una pasarela que traduzca a TCP/IP o puede ir a la red directamente y a través de un *cloud* o *broker* propio del operador interactuar con el *cloud* final. En todos estos casos existen una serie de tecnologías a nivel aplicativo que facilitan esa comunicación. Esta puede ser usando arquitecturas clásicas de Internet como pueden ser arquitecturas REST sobre servicios web, intercambiando datos, representados en XML, JSON u otros, sobre HTTP o nuevas tecnologías propias del IoT, como por ejemplo protocolos como el MQTT sobre TCP o el CoAP sobre UDP y generalmente 6LowPAN, una versión reducida de IPv6 específica para el sector.

## 2.4. Tecnologías de cloud y big data

El objeto conectado interactúa de alguna de las formas expuestas con el *cloud* o plataforma IoT de la aplicación haciendo llegar datos o encaminando nuevos hacia el objeto, sean estos informativos o de gestión. El *cloud* como tal se sustentará en una arquitectura de servidores de red, bien en propiedad del cliente final o instanciado en un tercero, en donde los grandes como Amazon AWS, Microsoft Azure o IBM Bluemix llevan la voz cantante.



Infinidad de plataformas y *clouds* IoT inundan el mercado. Soluciones a distintos nivel de inteligencia que procuran evolucionar más allá del simple repositorio de datos dinámico hacia una solución inteligente que incorpore estrategias de análisis de datos y aprendizaje propias del *big data* y metodologías que descarguen el proceso aplicativo final del vertical. Para ello es fundamental el establecimiento de estrategias eficientes de integración con objetos inteligentes, gestión de red, recolección de datos, su manejo y almacenaje, posibilidad de creación de procesos inteligentes con los mismos e incluso derivar nuevos datos, gestión de alarmas y eventos, la capa de seguridad, el coste asociado o la integración con las aplicaciones finales, etc.

## 2.5. Tecnologías de aplicación

Desde este nivel superior del IoT, el enfoque se realiza considerando una arquitectura inferior de objetos conectados, redes de comunicaciones, *cloud* o plataforma IoT y una serie de procesos asociados e interfaces abiertos. Partiendo de esta base, el usuario final del vertical IoT interactuará con una aplicación o un conjunto de ellas.

El entorno aplicativo no ha de ser únicamente visto como un compendio de listas, tablas, gráficas y controles que permitan interactuar con los elementos de niveles inferiores. La interacción con el usuario final habrá de proporcionar valor añadido y ser de utilidad. Por ejemplo, consideremos un despliegue de sensores de temperatura y humedad, una plataforma que recoge los datos y los almacena y una aplicación final. Esta aplicación podría ser un simple compendio de datos y gráficas si lo que se pretende es simplemente informar, pero imaginemos que lo que se está desarrollando es un sistema de prevención de incendios. En este caso la aplicación podría mostrar un índice de riesgo de incendio procesado a través de los datos de los sensores.

Las tecnologías usadas en este nivel podrán ser de varios tipos:

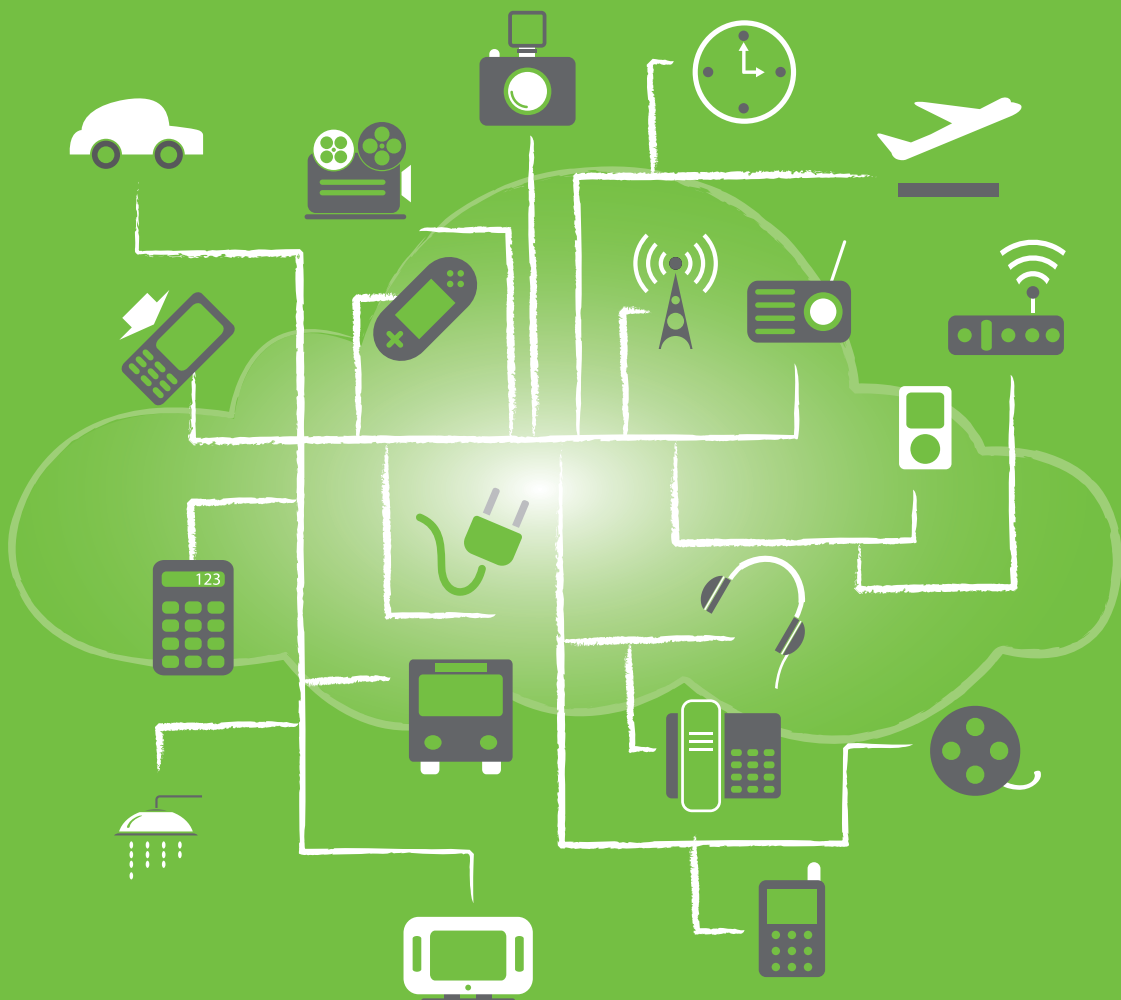
- Hay una aproximación clásica en entornos de ordenadores personales, tabletas o teléfonos inteligentes, con el uso de aplicaciones nativas del cada uno de los sistemas (Windows, OSX, iOS o Android principalmente. En caso de aplicaciones Java, solo Windows y OSX).
- De manera general, se podrán usar interfaces web, a ser posible responsivos, compatibles con todas las plataformas.
- Combinando ambos casos, hay plataformas IoT y servicios *cloud* que ofrecen la capacidad de crear aplicaciones IoT directamente en sus entornos de explotación, comercializarlas, derivarlas, etc. Este tipo de entorno se adapta de forma especial al IoT y nombres como Thingworx, Axeda o similares están explotando el modelo de negocio.



anexo



## RESUMEN DE GRUPOS DE TRABAJO CON ESPECIALISTAS





Como ya se ha comentado en el capítulo 5, en el mes de julio de 2015 se establecieron 5 grupos de trabajo a los que se invitó a especialistas de reconocido renombre en distintos ámbitos del ecosistema IoT.

A lo largo de este apartado, se incluye el resumen de los temas tratados en cada una de las jornadas.

Conviene aclarar que este apartado refleja las opiniones del conjunto de especialistas y expertos que participaron en cada uno de los grupos de trabajo y no son necesariamente aseveraciones del presente informe.

## I. Grupo de operadores de telecomunicaciones

Son las empresas encargadas de proveer las redes de comunicaciones para las “cosas”. Se ha invitado tanto a las grandes operadoras de nuestro país, como a operadores pequeños y medianos más especializados.

### I.1. Rol del operador y ecosistema de colaboradores

El rol de los operadores de telecomunicaciones ha de centrarse en dar servicio a sus clientes de la forma más eficiente posible, y la tecnología debería ser transparente para los mismos. Su rol es el de facilitador, pero no para introducir una determinada tecnología, sino para cubrir el servicio que requiera el cliente junto al resto de colaboradores del sector.

Corresponde a cada operador la decidir la estrategia de hasta dónde desea abarcar en la cadena de valor:

- Es posible ofrecer una solución extremo a extremo a una necesidad particular del cliente, pudiéndose realizar desarrollos propios o con colaboradores determinados, y utilizándose infraestructuras propias o de terceros.
- En aquellos operadores de menor tamaño y con menos recursos, su foco ha de ser su propio negocio de la mano de colaboradores que le permitan ofrecer el servicio extremo a extremo al cliente final, que será un cliente conjunto de las organizaciones involucradas.

Los operadores se apoyan mayoritariamente en un ecosistema de colaboradores sin competir en la parte de la cadena de valor en las que estas alianzas están posicionadas. En el ámbito del IoT y M2M los casos de usos son muy amplios y se cubren procesos de clientes que los operadores desconocen, por lo que necesitan ir de la mano de colaboradores que tienen el conocimiento específico. Existen multitud de empresas y agentes involucrados en el ámbito del IoT, por lo que se considera que es imposible que un operador pueda abarcar una gran parte. Aquellas soluciones que consisten en pequeñas funciones para nichos concretos no pueden ser desarrolladas eficientemente de una forma interna por un operador tradicional. El operador dispone de las redes (bien propias u obtenidas mediante acuerdos), de la tecnología, de servicios de soporte y de facturación, del contacto con el cliente, no obstante el know-how de la solución ofrecida si es muy vertical tiene que ir de la mano de empresas expertas en ese ámbito. Por tanto, no tiene por qué existir necesariamente una colisión entre operadores y sus colaboradores, sino que se puede optar por agregar valor y ofrecer el servicio al cliente conjuntamente.



Las operadoras buscan crear el ecosistema de la manera más flexible posible ya que el entorno es muy cambiante y, soluciones que son buenas actualmente, pueden ser reemplazadas en un periodo corto de tiempo por otras mejores, en especial aquellas soluciones que son verticales.

Los operadores tradicionales detectan un área de mejora en la gestión las colaboraciones, ya que actualmente ésta no se lleva a cabo de una forma ágil y dinámica.

Los operadores quieren posicionarse en el ámbito del IoT, pero dada esta imposibilidad de abarcar soluciones completas, optan por una solución intermedia:

- Para negocios grandes se busca el apoyo de colaboradores y el operador ofrece la solución.
- Para el long tail, cuyo volumen en el IoT es muy amplio, los operadores únicamente ofrecen un servicio de conectividad sin intención de introducirse en el negocio.

Es posible que las operadoras abarquen actividades de la cadena de valor más allá de la red con actividades próximas a la misma, no obstante no se plantean cubrir actividades más distantes ya que no es el core de sus negocios. Únicamente se plantean esta opción en casos muy específicos donde la solución a implementar fuese principalmente de conectividad y que con una pequeña capa superior a la red fuese suficiente para dar un servicio integral.

Es difícil que un solo actor se dedique al 100% de la cadena de valor en IoT y por tanto se trata de un entorno en el que el modo colaborativo tendrá una mayor presencia en detrimento de un modo competitivo en el que un operador de telecomunicaciones compite con la industria.

Más allá de una competencia directa entre compañías que pueden ofrecer un mismo servicio de comunicaciones, lo que puede ser considerado como competencia con un colaborador es si los operadores desarrollan su propia plataforma o aplicación específica de M2M, ya que dichos desarrollos podrían competir en determinadas ocasiones con otras empresas colaboradoras. Los operadores deben ser flexibles y no ceñirse únicamente a soluciones de desarrollo propio, determinando en cada situación cuál es la opción más beneficiosa.

## 1.2. Tecnologías y redes empleadas en IoT

El IoT no emplea un solo tipo de red, sino que abarca múltiples redes en función de las necesidades, requerimientos y características de cada servicio, ya que el abanico de servicios posibles es muy amplio.

Actualmente existen redes fijas y de telefonía móvil útiles para IoT y las seguirá habiendo. Igualmente ya hay disponible redes específicas para IoT. Existe multitud de redes y es positivo que se complementen en función de las necesidades de cada solución.

Actualmente existen distintas tecnologías y la elección de emplear una u otra dependerá de las necesidades del cliente. Al cliente no le importa la tecnología subyacente del servicio que va a recibir y es asunto del operador determinar la tecnología que permite ofrecer dicho servicio de la forma más eficiente



posible. Si el operador emplea únicamente infraestructuras tradicionales hay servicios que son inviables de desarrollar por diversos motivos, como puede ser el coste. El abanico de tecnologías es muy amplio y, por ejemplo, para *smart metering* se emplean redes de baja frecuencia, mientras que para cartelería digital se usan redes de banda ancha. Por tanto, desde las operadoras se busca la flexibilidad para redes móviles, redes fijas, etc.

Existen dos elementos claves que se deberán tener en cuenta en la búsqueda de la tecnología a emplear:

- Las características del servicio, ya que por ejemplo es muy diferente el ofrecido por una cámara, con un gran requerimiento de ancho de banda, al ofrecido por un GPS. De igual manera, difiere mucho la tecnología a emplear en un servicio que requiere de conexión permanente o a otro que la requiere de forma esporádica (pudiendo entender por esporádica conexión, por ejemplo, cada 10 minutos).
- El coste de la tecnología seleccionada, ya que por ejemplo carece de sentido aplicar a un elemento con un valor de 100€ un sensor con un coste de 200€ al año. Por tanto, la relación entre el coste del elemento a sensorizar y el coste del propio sensor y su conexión es fundamental. Existen elementos que son muy convenientes de conectar pero que, hoy en día, los costes hacen inviable que se lleve a cabo.

### 1.3. Coste y viabilidad económica

Gran parte del coste de los servicios de IoT está en los sensores, concretamente de sensores sofisticados que captan información avanzada. Por ejemplo, en cartelería digital pueden emplearse sensores que monitorizar de forma remota la temperatura, luz, etc., que acaparan una parte importante del coste del servicio. Por normal general la tecnología va ligada al sensor, ya que existe la posibilidad de incluir todas las tecnologías en un mismo sensor pero esto perjudica al coste. La conectividad está bajando su precio y en muchas ocasiones el coste del sensor es determinante en la rentabilidad y viabilidad de proyectos de este ámbito, siendo el coste del sensor más elevando cuanto más sofisticados es.

En muchos casos no existe una economía de escala en la tecnología empleada en IoT, ya que el hardware puede llegar a ser demasiado específico y que no haya un volumen de negocio suficiente como para llegar a ser rentable.

Hay muchos proyectos pero pocos productos, y en general los productos son los que generan el volumen y hacen que los costes del hardware se reduzcan, por lo que de momento el coste de los sensores es elevado. Teniendo en cuenta que el abanico de soluciones de conectividad es muy amplio y existen servicios para todas las necesidades y precios, la barrera de entrada al IoT se reducirá significativamente cuando se produzca esta bajada la reducción de coste de los sensores.

### 1.4. Factores que pueden hacer crecer el consumo industrial del IoT

Dado que la industria de automóviles ha sido regulada para que a partir de 2018 los vehículos de nueva fabricación estén conectados por motivos de seguridad, los fabricantes están buscando nuevas funcionalidades a incorporar en este sentido.





El IoT es un cambio de paradigma y es necesaria imaginación porque actualmente no sabemos cómo van a evolucionar las industrias con la introducción de este concepto.

En el caso de las compañías eléctricas, éstas están interesadas que haya consumo inteligente y el primer paso para ello es la introducción de contadores inteligentes, lo cual ya se está llevando a cabo. El paso siguiente es que los consumidores finales y empresas que consumen energía eléctrica también apliquen el consumo inteligente mediante, por ejemplo, el uso de la red cuando esté más descargada.

Las empresas industriales en general conocen el IoT pero no son capaces de imaginar todo lo que éste puede aportar a sus negocios.

Se identifica la ausencia del IoT en industrias grandes como puede ser la automovilística y en algunos elementos que pueden ser conectados como son los coches, motocicletas o electrodomésticos. No obstante, a la hora de conectar elementos es importante preguntarse para qué; es decir, qué utilidad aporta el conectar un elemento determinado.

Los operadores ven una gran posibilidad de negocio en el IoT y son conscientes de que para desarrollar este mercado será necesario inculcar la mentalidad de la sensorización a todos los niveles y mostrar al cliente los beneficios que puede aportarles, tanto a otras organizaciones como a consumidores finales:

- A nivel de consumo, resulta novedoso y llamativo el poder conectar elementos cotidianos a la red. No obstante, existen dudas de que los consumidores actualmente estén dispuestos a pagar por ello.
- A nivel corporativo es clave que el cliente visualice el retorno de la inversión en IoT, ya que el elevado coste de los sensores actualmente puede suponer una inversión considerable. En ciertos casos los operadores pueden impulsar al cliente a que realicen dicha inversión mediante subvenciones o pagos fraccionados. Muchos servicios están desarrollándose gracias a la regulación, ya que en esos casos no se analiza el retorno de la inversión.

Actualmente a los fabricantes y otras empresas les resulta complicado visualizar el retorno de la inversión y el valor que puede aportarles, ya que apostar por el IoT significa incurrir en gastos (de hardware, de comunicación, etc.) y modificar sus procesos de negocio y de fabricación con la promesa de que ello le permitirá aumentar su volumen de negocio. Esta es la principal barrera de entrada de los operadores a la comercialización de soluciones IoT.

Hace pocos años, la conexión WiFi era algo prescindible en los hoteles, y muchos de ellos no lo veían necesario, pero hoy es uno de los factores clave para elegir hotel. Del mismo modo, los operadores consideran que en pocos años, el hecho de que los productos que se adquieren tengan conexión o funcionalidades dependientes de dicha conexión podría ser factor clave en la decisión de compra y, por tanto, las compañías deberán adaptarse a ello para seguir manteniendo su volumen de negocio.

Para ello es necesario generar un estado de opinión donde el servicio sea considerado de gran valor por parte del conjunto de los usuarios. Esto puede ser llevado a cabo comenzando por aquellos ámbitos en que sí se ve un valor claro en incorporar la conectividad a sus objetos y que lleven al resto de sectores a adoptar el IoT.



## 1.5. Perfiles profesionales y emprendimiento

Desde la perspectiva de los operadores, en España y en Europa en general no hay el ecosistema suficiente para fomentar el emprendimiento y, a diferencia de países como Estados Unidos, no existe una cultura tan arraigada de arriesgar el capital para desarrollar nuevos proyectos. En Europa en general los profesionales quieren ser contratados por una compañía y trabajar como asalariados.

La falta de este ecosistema de emprendimiento es un grave problema para un mercado nuevo como es el IoT, ya que es necesario que surjan nuevos diseños de sensores, nuevas funcionalidades, nuevas aplicaciones, etc. y todo ello no solamente lo tienen que llevar a cabo las grandes corporaciones, sino también emprendedores que sean capaces de desarrollar soluciones novedosas. A pesar de que hay talento en el país, actualmente éste se está desaprovechando.

Los operadores identifican que la innovación en las grandes compañías es mucho más difícil de desarrollar que en las pequeñas empresas o mediante los emprendedores, porque estos últimos tienen una capacidad mucho mayor que las grandes empresas de asumir riesgos. Además consideran que en España no se fomenta el ecosistema del emprendimiento y existen grandes dificultades para obtener ayudas y financiación.

Por otro lado, se echa en falta orientar el sistema universitario actual hacia una mayor transferencia de personas y conocimiento hacia el sector productivo. Sería recomendable establecer incentivos distintos a los de realizar publicaciones, priorizando la integración con las empresas como se hace en otros países como Estados Unidos.

Para la solución de esta problemática los operadores consideran que:

- Se deberían realizar más controles por parte de la administración de que las ayudas públicas al I+D deriven en una transferencia tecnológica al sector productivo y se aporte un valor real.
- La investigación en las universidades y otros centros debe evolucionar hacia un modelo orientado a aportar valor a las empresas.

## 1.6. Innovación e I+D

Las grandes empresas tienen que tomar la iniciativa para innovar y adaptar nuevas tecnologías en Industria 4.0. No obstante las medidas y ayudas públicas existentes para fomentar del I+D en compañías no son efectivas y los operadores están de acuerdo en que estos mecanismos deben mejorar, mediante por ejemplo ayudas que sean concedidas por objetivos una vez se ha demostrado que una empresa determinada ha desarrollado su I+D.

El tejido empresarial español está constituido por aproximadamente un 98% de pymes con una gran cantidad de micropymes, las cuales en muchas ocasiones no tienen capacidad suficiente para llevar a cabo I+D. Ante esta situación estructural de España, los operadores creen necesario adoptar medidas como fomentar alianzas entre empresas.



Se considera que las grandes industrias disponen de los recursos necesarios para desarrollar la innovación, no únicamente tecnológica, sino también de diseño e interacción.

Algunos de los operadores de telecomunicaciones han empezado por desarrollar el IoT utilizando las infraestructuras ya existentes con un coste bajo en comparación de lo que supondría desplegar a una nueva red.

La labor de fomentar la innovación y el ecosistema de emprendimiento no la debe realizar únicamente la administración sino que la deben liderar las grandes empresas apostando por “externalizar” parte de su innovación a pequeñas empresas y *startups* e incorporarla a sus procesos.

Los operadores identifican que el ecosistema de fabricantes de dispositivos en España es pequeño, salvo casos puntuales como el País Vasco donde hay una tradición de diseño electrónico, ya que en España principalmente se ofrecen servicios de integración de software y de sistemas. Esto es debido a las barreras de entrada a la industria de la fabricación y se considera que es necesario rebajarlas para favorecer al conjunto del sector del IoT.

Tienen un papel importante las asociaciones de sectores específicos, ya que conocen la problemática de cada sector y puede ayudar a las compañías a focalizar el I+D y a enriquecer sus productos mediante la introducción de nuevas tecnologías.

### 1.7. Espectro radioeléctrico

En relación al espectro radioeléctrico necesario para desarrollar el IoT, los operadores consideran importante su flexibilización para dar cobertura a las distintas tecnologías.

No obstante los operadores divergen en si el espectro y las redes empleadas en el IoT deben de ser no dedicadas o bien pueden ser tanto dedicadas como no dedicadas.

## 2. Grupo de fabricantes de dispositivos

Se trata de las empresas orientadas a la construcción de los sensores y el hardware asociado al IoT, que en nuestro país es un sector de empresas pequeñas y nuevas.

### 2.1. Posicionamiento de España en IoT e Industria 4.0

Una parte de los fabricantes considera a España puntera en ciertos campos del IoT por varios motivos:

- Hay operadores liderando despliegues y soluciones concretas que generan negocio.
- Existen empresas fabricantes que desarrollan soluciones vanguardistas y productos únicos en el mercado.
- Hay administraciones que están liderando y promoviendo proyectos enfocados al desarrollo de la industria IoT.



No obstante en lo relativo a la Industria 4.0 se considera que España no es un referente y que necesita ser desarrollada.

Actualmente el mercado es global con competidores globales y, en el ámbito de *Smart Cities*, las empresas españolas tienen mucha presencia en los distintos proyectos que se desarrollan en diferentes partes del mundo.

El nivel de inversión que requiere desarrollar dispositivos es habitualmente más alto que el de desarrollar aplicaciones, lo que ha llevado a que el número de fabricantes y su ecosistema sea menor al de las empresas de plataformas y aplicaciones.

Los fabricantes consideran que el volumen de negocio en el mercado de la fabricación de dispositivos IoT aún es reducido y que está experimentando un crecimiento moderado, no obstante existen expectativas de que el mercado se acelere y el crecimiento sea exponencial.

El ecosistema de fabricantes está mucho más desarrollado en otros países europeos como Francia que en España. En parte esto es debido a que nuestro país no ha estado a la vanguardia en las Tecnologías IoT ni ha apostado por su desarrollo desde el comienzo.

- Por tanto, el posicionamiento de España puede analizarse desde una doble perspectiva:
- Por un lado, analizando el posicionamiento de las empresas en el mercado, donde España tiene una representación amplia en algunos ámbitos del IoT.

Y por otro, desde la perspectiva del desarrollo de tecnologías punteras para el IoT, donde no se considera a España bien posicionada, fundamentalmente en comparación con otros países europeos.

Actualmente en el ámbito de la fabricación de dispositivos para IoT hay mercado para que surjan pequeñas empresas, pero no demasiado grande como para que se interesen grandes competidores internacionales como Google o Samsung. Por tanto España sí se encuentra entre los países líderes en ciertos ámbitos del IoT en un mercado pequeño como el actual y el reto se encuentra en mantener ese liderazgo cuando el mercado crezca y ser capaces de aprovechar la ventaja adquirida durante este periodo frente a los competidores.

En Estado Unidos el enfoque dado al desarrollo de soluciones IoT es diferente al de España. En dicho país el IoT se enfoca de una forma pragmática, partiendo de un conocimiento sectorial y de la detección de necesidades a la hora de desarrollar soluciones. En este planteamiento las consultoras tienen un papel fundamental al coordinar y poner en contacto las necesidades del mercado y las soluciones, además de proporcionar un conocimiento sectorial.

En relación a ello, los fabricantes detectan la importancia de desarrollar productos que tengan una aplicación real en el mercado, ya que existen diversos proyectos que no han tenido éxito al haberse focalizado en el producto y no en las necesidades del mercado.



## 2.2. Crecimiento de los fabricantes españoles de dispositivos

Se identifica la dificultad de financiación como factor obstaculizador en el crecimiento a gran escala de los fabricantes de dispositivos IoT en España, frente a otros países como Estados Unidos en donde la demanda se encuentra mucho más abierta a la innovación y las empresas consiguen con menos dificultades financiación. Particularmente en España, donde se es reacio a adoptar el IoT ya que supone cambiar su forma de trabajo y sus procesos internos.

En definitiva, los fabricantes de dispositivos IoT reciben financiación para desarrollar aquellos productos donde hay un mercado potencial, no obstante el acceso a la misma es menor en España en comparación con otros países de su entorno.

Por otra parte, las experiencias de los fabricantes respecto a las alianzas con operadoras y grandes compañías son heterogéneas:

- Por una parte algunos fabricantes apuntan que no han tenido experiencias positiva en este sentido, ya que a la hora de seleccionar a sus colaboradores, estas grandes empresas dan una mayor importancia a la estabilidad (sobre todo financiera) frente a otros factores como puede ser la capacidad tecnológica.

Esto es debido a que las grandes empresas buscan seguridad en sus proyectos y prefieren optar por una compañía sólida y con solvencia financiera antes que por una pyme tecnológica que puede llegar a desaparecer, aunque esta última disponga de un producto mejor. Con ello lo que se busca es una empresa solvente que dé continuidad al proyecto y tenga la capacidad de continuar su actividad ante situaciones desfavorables.

Todo ello perjudica a pequeñas compañías, y en especial las españolas debido a la falta de financiación, frente a otras compañías de un mayor tamaño o que tienen un respaldo financiero.

- Sin embargo, otros fabricantes han colaborado exitosamente con grandes compañías que les han proporcionado una infraestructura global para dar respuesta a las necesidades del proyecto que desarrollan. Para llevar a cabo estas alianzas los pequeños fabricantes disminuyen sus márgenes de beneficio y en ocasiones deben de renunciar a su marca corporativa.

Se identifica un ecosistema alrededor al IoT más potente en Francia que en España, ya que en este primer país se procura que las distintas partes que conforman la solución final sean desarrolladas por empresas del propio país en lugar de extranjeras. Esto permite a las empresas francesas crecer para competir en una mejor posición en el mercado internacional.

Muchas grandes compañías no son capaces de desarrollar internamente soluciones innovadoras de forma exitosa y optan por “subcontratar” la innovación y el I+D a empresas de menor tamaño y más ágiles.

Los fabricantes de dispositivos opinan que determinadas grandes empresas son el canal principal para comercializar el Internet de las Cosas y que sería recomendable que ofrecieran a pequeñas compañías un road map con las distintas fases a seguir para poner en el mercado internacional un determinado



producto y obtener un éxito conjunto. Estos road map pueden derivar en una integración de la pequeña compañía dentro de la de mayor tamaño.

Los fabricantes apuntan que la encargada de generar la demanda en el mercado IoT debe ser la pequeña empresa y que la oferta puede generar demanda si se introduce en el mercado un producto exitoso.

El proceso de transformación de una pequeña empresa a una de gran tamaño y con proyección internacional es complejo y para ello se deberá buscar aliados que le permitan llevarlo a cabo.

### 2.3. Rol de la administración pública

Los fabricantes de dispositivo consideran que el papel de las Administraciones debe ser el de dinamizar y fomentar el sector, facilitando y atrayendo a empresas del IoT no solo a nivel nacional, sino también internacionalmente.

En ese sentido se puede tomar como punto de partida el modelo que utiliza Reino Unido actualmente: creación de comisiones que tienen como objetivo atraer empresas de toda Europa para que establezcan su sede central en Londres, mediante incentivos como ofrecer alquileres asequibles en el centro de Londres cerca de los centros de investigación o facilitar el contacto entre los agentes del ecosistema IoT. En Reino Unido los centros de investigación públicos están analizando en tres áreas el IoT:

1. Sensórica.
2. *Big Data*, siendo una de las partes más activas y en donde están dejando de trabajar ingenieros para comenzar a trabajar matemáticos, ya que se han percatado que la dificultad reside en el desarrollo de los motores de inferencia.
3. Coordinación, donde ponen en contacto las necesidades del cliente con las empresas tecnológicas con la ayuda de consultoras.

Las *startups* tienen una mayor probabilidad de éxito cuando son apoyados por una aceleradora hardware, ya que les aportan una mayor credibilidad frente a los inversores al haber sido seleccionadas por la aceleradora previamente. Estas aceleradoras tienen una presencia mucho mayor en Estados Unidos que en Europa.

Una de las características básicas de la administración es que debe ser un agente neutral y debe fomentar la creación de un ecosistema IoT donde se pongan en contacto las necesidades con las empresas que desarrollan las soluciones para esas necesidades.

Los fabricantes ponen sobre la mesa la problemática surgida cuando las universidades y centros de investigación entran en competencia con las pequeñas empresas al acaparar todo el proceso de desarrollo de soluciones, ya que en muchas ocasiones las micropymes no disponen de los recursos para llevar a cabo este proceso. Los fabricantes ven conveniente que las universidades y centros de investigación públicos colaboren con las empresas para que éstas, a partir de las necesidades del mercado, creen los productos adecuados.



Por otra parte se considera que otro de los ámbitos en que las Administraciones pueden fomentar el ecosistema IoT es facilitando el acceso a las propias ciudades como campos de pruebas de los prototipos y soluciones desarrolladas. En este sentido ya se están poniendo en marcha iniciativas que deben ser potenciadas.

## 2.4. Apuestas tecnológicas y de mercado

Los pequeños fabricantes identifican que, en determinados sectores como el energético, las decisiones sobre estandarización de tecnologías las toman las grandes compañías de la industria y no se consulta a los fabricantes.

Se buscan nichos donde la estandarización no ha llegado por el momento, ya que competidores internacionales, principalmente empresas procedentes de China, son capaces de fabricar los productos a un coste mucho menor en aquellas soluciones que son estándares.

Los fabricantes detectan dificultades tecnológicas para dar respuesta a las necesidades del IoT tales como: falta de capacidad de ancho de banda, deficiente regulación del espectro radioeléctrico, empresas que no proporcionan un roaming correcto, etc. Para superar dichas barreras los fabricantes recomiendan la creación de un foro de empresas del entorno del IoT con el objetivo de compartir experiencias acerca de cómo se enfrenta cada una a las distintas dificultades y con ello crear las bases para una futura estandarización.

Se apunta a que es necesario evitar una saturación del espectro radioeléctrico cuando el número de dispositivos conectados sea muy elevado.

Los fabricantes señalan que el estándar de comunicaciones entre dispositivos IoT va a tardar en desarrollarse y que hasta el momento se dispone de las redes 2G, 3G y 4G, las cuales no son adecuadas para el IoT por tener un elevado precio por dispositivo y un alto consumo. Entre las posibles alternativas a estas redes ya estandarizadas se encuentran tecnologías como Sigfox, LoRa o LPWA.

Los fabricantes consideran positivo que las compañías europeas no hayan adoptado la tecnología CDMA y hayan apostado por GSM (2G) con una presencia masiva, ya que ello ha permitido que exista un concepto del Internet de las Cosas en Europa. En el futuro 5G, se considera que lo más apropiado para el despliegue del IoT es que se repliquen los aspectos positivos del 2G como son un bajo coste y un consumo moderado.

Los fabricantes emplean la mejor tecnología para cada aplicación, y pueden contar con unas u otras redes en función de la necesidad. No obstante consideran que las nuevas tecnologías de bajo consumo surgidas para el IoT aún no están lo suficientemente definidas y que deben concretarse.

## 2.5. Seguridad de datos

Se señala la importancia de la seguridad y la privacidad de los datos en el mundo del IoT. Los fabricantes consideran que no hay un enfoque claro respecto a este asunto. A excepción de la LOPD, que aporta un marco de referencia, existe muy poca regulación y normativa en este ámbito y tampoco hay una aproximación generalizada o estándar claro a este respecto.



El IoT ha venido para quedarse y va generar un gran volumen de negocio. Por tanto, se considera de gran importancia el crear con antelación un sistema de regulación para la seguridad de datos.

Estados Unidos cuenta con una normativa mucho más estricta en este asunto, concretamente en la encriptación de datos. Ello está obligando a ciertas organizaciones a generar sistemas de encriptación desde el propio dispositivo traduciéndose en unos mayores requerimientos de ancho de banda, de potencia, de consumo de energía, etc.

## 2.6. Los datos en la aplicación del IoT

Muchas empresas están tratando de pasar de una venta de productos a una venta de productos más servicios. Para ello dotan de conectividad a sus equipos para ganar valor añadido.

Es clave que las empresas, a la hora de adoptar el IoT a sus procesos industriales, conozcan cuál va a ser la utilidad y el valor de los datos que se recopilen. Por tanto debe existir una inteligencia detrás que permita generar de esos datos en un servicio.

Se detecta la dificultad de conseguir que la industria obtenga un valor real dentro de sus procesos de negocio mediante el uso del IoT. Actualmente el ecosistema está formando por muchos agentes con visiones parciales y ninguno tiene una visión completa, por lo que es necesario solventarlo a través de acuerdos de colaboración o mediante un mejor conocimiento entre la industria y el mundo del IoT.

Los fabricantes apuntan que en muchas ocasiones ellos no ensamblan los dispositivos sino que se dedican al diseño de los productos, ya que el ensamblaje se lo encargan a una red de colaboradores con una mayor capacidad. Aquellos dispositivos que ensamblan directamente los fabricantes son habitualmente solo los prototipos.

El mercado demanda y adquiere soluciones, y por tanto las empresas, bien de manera autónoma o bien mediante alianzas con otras compañías, tienen que poder ofrecer la solución completa, es decir, tanto el dispositivo como la capa de aplicación.

Estas soluciones completas requieren una distribución específica de inteligencia entre el dispositivo, la nube y la capa de aplicación, ya que los sensores vuelcan datos que deben ser transformados a información en una parte u otra dependiendo de la casuística. Esto hace que los fabricantes de dispositivos no se limiten únicamente al desarrollo de sensores, ya que además deben determinar junto a las empresas de aplicaciones los grados de inteligencia con los que se debe dotar a cada parte de la solución.

## 3. Grupo de desarrolladores de plataformas y aplicaciones

Este es un sector mucho más amplio que los anteriores descritos (operadores y fabricantes) que incluye un gran abanico de tipologías de empresas, desde grandes tecnológicas hasta pequeñas *startups*, habiendo participado una representación heterogénea con el objetivo de considerar todas las perspectivas.





### 3.1. Estado de la Industria 4.0

La industria 4.0 se ha relacionado enormemente con la necesidad de que el producto industrial europeo y su contribución al PIB estén a un nivel mucho mayor, en vez de al 16% de media que se encuentra actualmente, se quiere que esté por encima del 20% para el 2020. Para conseguir este objetivo, el enfoque europeo pasa por aprovechar la tecnología del internet de las cosas para hacer más eficiente la industria.

Es cierto que en sectores no manufactureros, como son la industria del turismo o la del retail, el término Industria 4.0 posiblemente no es el más acertado ya que es una cadena de valor con mucho peso de los servicios, pero resulta de enorme utilidad incluirlos en el análisis por su impacto en el PIB en España y por el gran valor que han demostrado aportar las Tecnologías IoT y similares en estos ámbitos.

Es importante que se incentive a los clientes para que adopten la industria 4.0, que se les explique el concepto y lo que puede aportar a su negocio. Un ejemplo simple sería el caso de una pequeña empresa que no sabe cómo implementar el IoT en su negocio, de pronto se encuentra con competidores de EEUU que empiezan a lanzar productos con funcionalidades IoT y en ese momento es cuando se mueve a cambiar y a pensar en el concepto de IoT y la digitalización de su negocio. Es importante ayudar a las empresas en esa transformación. Ya se han llevado a cabo iniciativas como programas de alto rendimiento en el cual se cogían pymes que ya tenían un negocio tradicional y se les ayudaba a ver cómo iba a impactar el IoT en su negocio y así veían si tenía sentido para ellos o no. Es necesario potenciar este tipo de actuaciones.

España es eminentemente un país de pymes, hay algunas grandes empresas pero que ya tienen el concepto de IoT y de Industria 4.0 bastante claro y cuentan con observatorios tecnológicos etc. Por eso, son las pequeñas y medianas empresas las que tienen que darse cuenta de cómo el IoT y la Industria 4.0 las va a cambiar.

### 3.2. Fondos europeos y colaboración

España va a recibir hasta el 2020, una gran cantidad de fondos Feder para la especialización inteligente, programas RISC, digitalización inteligente de las regiones, etc. Los especialistas de este grupo consideran que es recomendable que la Administración trace una estrategia clara para esas inversiones que se deben enfocar desde la industria 4.0. Es muy importante no perder esta oportunidad de financiación.

Una de las ideas que se plantea es que las grandes empresas son las que deben liderar los proyectos IoT. Sin embargo, las empresas de base española tienen muchas dificultades para impulsar proyectos innovadores. Es difícil ver a las grandes corporaciones españolas sacando cosas realmente novedosas. Por este motivo, una buena práctica en nuestro país sería la unión entre grandes y pequeñas empresas, tarea que no resulta sencilla sin apoyo.

Para entender esta posición mejor, se puede mirar esta cuestión desde el lado de los emprendedores: es muy complicado que un emprendedor llame a la puerta de una gran empresa. La distancia entre grandes y pequeñas empresas es una barrera que hay que romper, son dos mundos que viven mucho más separados de lo que nos imaginamos. Estos dos mundos también se encuentran totalmente separados del mundo del emprendimiento universitario.



En Europa el concepto del que se hablaba anteriormente de empresa extendida, donde una empresa grande colabora con una pequeña, empieza a arraigarse más. Sin embargo, en España es muy difícil que una empresa grande empiece a confiar en una pyme. También es importante potenciar la colaboración entre las propias pymes para desarrollar nuevos proyectos.

### 3.3. *La dificultad de la aportación de valor en los procesos industriales*

Se debe ayudar a las empresas a ver el IoT en su cadena de valor industrial, en su negocio. Sin embargo, los operadores y fabricantes tienen dificultades para poder llegar al detalle de saber cómo ir a la cadena de producción de una determinada compañía, de saber la solución que necesita una corporación en un ámbito muy específico. Se cree que hace falta un conocimiento mucho mayor por parte de todos para poder materializar la Industria 4.0 y el IoT en algo productivo para las empresas.

Todos los expertos coinciden en que es básico definir los modelos de negocio a seguir para los distintos sectores. Hace falta un camino, un caso de negocio de la materialización de esa tecnología dentro de la cadena de producción que tienen las empresas en marcha. Las empresas no tienen claro cómo les va a aportar valor el IoT. Es necesario realizar un trabajo exhaustivo con ellos de cómo les va a beneficiar y para ello es necesario comprender sus procesos para ver donde se puede incorporar la nueva tecnología. Resultará que en algunos casos la adopción de esta tecnología estará justificada y en otros casos no merecerá la pena la inversión. Se debe ver en qué casos y en qué modelos de negocio es más fácil introducir esta tecnología porque les produce a la empresa más beneficios.

En relación con los modelos de negocio a definir, hay dos factores importantes: el primero es que los modelos de negocio en este ámbito son todos innovadores, no se pueden copiar y esto genera una oportunidad de negocio muy grande. El segundo factor importante es que la innovación hay que hacerla en equipo, hay que trabajar en grupos colaborativos incluso a veces con competidores. En este sentido, se echa en falta un espacio neutral para intercambiar experiencias entre empresas, ver las tecnologías disponibles, compartir casos de estudio de empresas 4.0 o discutir el grado de adopción de tecnologías Industria 4.0 en España, etc.

La tecnología ha aportado mucho en estas dos décadas, pero nada ha sido tan disruptivo como el concepto de IoT y de Industria 4.0. Anteriormente ha habido muchas mejoras en los procesos de las empresas, pero se han llevado a cabo a través de tecnologías que se entendían más rápido. Por ejemplo, las empresas interiorizaron muy bien las tecnologías móviles porque se les era capaz de explicar claramente donde estaban las ventajas y cómo iban a conseguir más eficiencia. En este momento, con la Industria 4.0 y el IoT, no se es capaz de explicar a los clientes cuáles son los nuevos procesos de negocio a seguir porque hay que inventarlos de cero, y las empresas no son capaces de interiorizar ni visualizar lo que les pueden aportar estas nuevas tecnologías. De forma adicional, se lleva tiempo hablando de que se va a recabar una cantidad ingente de información y va a haber un nuevo negocio en esa información. Es un nuevo paradigma por lo que se necesita que todas las piezas tecnológicas colaboren mucho pero también que cada uno de los sectores industriales vea cómo se puede aprovechar esa tecnología. Sin este punto difícilmente se van a poder desarrollar servicios verticales de valor.



En este tema varios países nos adelantan, por ejemplo Alemania que es más fabril, lo tiene más interiorizado. Lo mismo ocurre con EEUU. Conocen el *Big Data* y lo que hay detrás de él, que negocios pueden surgir, y que se obtiene de esa información. Como ejemplos a seguir, estarían General Electric en EEUU y Bosh en Alemania, que son empresas que han despuntado y empiezan a tener métricas de sus procesos. En España no tenemos estos ejemplos, se debe mostrar lo que están haciendo las empresas extranjeras o el mercado español se va a quedar atrás.

Se habla de la necesidad de reorientar todos los fondos, todos los recursos que existen para potenciar y disminuir el gap entre el proveedor y el cliente. (ej. Siemens, están involucrando a sus proveedores y a sus clientes en todo el proceso de 4.0) Por eso, las pymes auxiliares de las grandes empresas, también deben ser partícipes de esta transformación, uno no puede estar en una industria 4.0 si el resto de ecosistema está en la 1.0. El apoyo público debe tener la misma dirección que en el sector privado.

Como ya se ha comentado anteriormente, esta colección tecnológica es disruptiva y todos los modelos de negocio están por inventar. Pero es importante destacar que todas estas tecnologías no son experimentales, son tecnologías maduras, distribuidas, que ya están ahí. Por lo tanto el reto está en juntarse para tener ideas, el problema no es hacer pilotos, es fabricar soluciones a gran escala y ahí la administración pública (a través de su esquema de innovación) debe facilitar y hacer más racionales los procesos, las convocatorias anuales, etc.

Se deben promover eventos y seminarios donde compartir las prácticas que se están haciendo fuera, los proveedores tienen que hacer consultoría.

En una pyme actual, el grado de digitalización no es alto, pero hay islas digitales, las líneas de producción están muy digitalizadas (autómatas de siemens, SCADAS...), mucha inteligencia de negocio, controles orientados a procesos, gestiones de almacén, etc. Sin embargo, falta la inteligencia para correlacionar los datos, por ejemplo, saber qué consumo energético tiene lo que estamos fabricando. Es una labor de poner coherencia a los datos que hasta ahora estaban dispersos.

También se echa en falta una solidez en los estándares que permita tomar decisiones con seguridad.

### 3.4. ¿Qué sectores de la industria se considera que sería más fácil o que tenga más impacto implantar Tecnologías IoT?

- Sector de la automoción: el concepto de automóvil conectado es el principal impulsor.
- Agricultura, por su evidente aplicación en el control de las métricas del entorno (tierra, aire, humedad, temperatura) y supervisión de los cultivos (videovigilancia, drones, etc.).
- Turismo, que aunque no sea una “Industria”, está experimentando un vuelco enorme en los procesos de negocio gracias a la digitalización de sus procesos y de su cadena de valor.



### 3.5. *Industria 4.0 tanto dentro como fuera de la fábrica*

Algunos expertos consideran que el concepto de Industria 4.0 tiene más sentido cuando el producto sale de la fábrica y llega al consumidor y otros opinan que el concepto tiene también sentido para los procesos internos de la fábrica.

Los expertos que ven la Industria 4.0 dentro de la fábrica, ponen como ejemplo a SAP y Siemens en Alemania, como los dos grandes tractores de la Industria 4.0. Argumentan que por un lado están los datos que maneja SAP, y por otro las líneas de producción que automatiza Siemens.

En fabricación y en la parte de la robótica si hay un elemento disruptivo, que es pasar de la producción masiva que hacían los robots tradicionales a la personalización masiva. Un ejemplo de Industria 4.0 dentro de la fábrica, sería que en el sector retail se quiere que entre un pedido por la web, y sin intervención de nadie, ese producto se lance, se produzca y llegue al consumidor; si se interconectan todos los dispositivos esto se puede conseguir.

Hasta el momento el IoT se ha centrado mucho en conectar productos finales, productos fuera de la fábrica, pero hay una oportunidad muy grande en conectar PLCs, microcontroladores, cada vez más demanda de empresas que quieren conectar estos productos a la red. También hay una oportunidad grande en el mantenimiento predictivo, sería muy útil para las empresas saber el uso que se está haciendo de un producto cuando ya está fuera de la fábrica. Los datos tienen mucha información, las empresas pueden descubrir muchas cosas de sus productos e intentar mejorar.

Teniendo en cuenta que en España las empresas de los sectores más importantes como son el turismo o la agricultura tiene muy pocos empleados y el nivel de digitalización es mínimo, el IoT puede servir para que la empresa pase a ser 3.0. Se ve una gran oportunidad en el sector de la agricultura.

### 3.6. *La necesidad de los estándares*

La mayoría de los expertos coinciden en que la falta de estandarización está impidiendo que el significativo número de pequeñas empresas punteras en desarrollo de plataformas IoT den el salto para crecer a un volumen crítico. Sin embargo, este problema también puede ser una ventaja ya que la falta de rigidez produce más innovación.

Uno de los expertos expone que si se sigue un modelo vertical basado en estándares (el que siguen la mayor parte de empresas que ofrecen soluciones de IoT), se puede salir bien al mercado pero es muy difícil mantenerse y ser competitivo, no hay nivel técnico para fabricar el mejor dispositivo, la mejor aplicación, etc. y por ello es necesario la especialización. Sin especialización es imposible tener una economía de escala y tener una recurrencia que permita reinvertir en nuevas versiones.

Uno de los puntos clave en Europa en lo referente a la digitalización de la industria es el liderazgo en las plataformas para que sean escalables, transferibles e interoperables. El Industrial Internet Consorcio ya ha sacado un modelo de Industrial Internet Reference Architecture para el IoT. El objetivo es que los



distintos dispositivos sean compatibles en la mayor parte de las plataformas y que la comunicación con ellos sea factible.

Una de las cosas que ha cambiado con la Industria 4.0 es que antes el proceso de fabricación se acababa en la puerta de la fábrica, con el producto saliendo a través de la empresa de distribución. Ahora se exige interoperabilidad, y que el proceso termine con el tratamiento final del producto, el gestor tiene que comunicarse con los sensores. La administración tendrá que intervenir en su momento ya que se van a colocar sensores en cosas que antes no tenían, la administración tendrá que regularlo para que todo el mundo se mueva en un sistema que sea compatible.

El problema es que ahora mismo cuando una compañía va a desarrollar un producto de IoT no sabe a qué estándar adaptarse. En domótica hay estándares con amplia aceptación como el KNX, pero en el ámbito industrial hay menos referencias claras.

### 3.7. *¿Es necesario potenciar y proteger un ecosistema español del IoT?*

Se considera necesario que la administración tenga una política que favorezca a la industria, hace falta crear industria y que el tejido aumente y genere empleo. Se debe facilitar la creación de empresas.

Proteger un ecosistema español de IoT es imposible con la ley del mercado único, cualquier práctica proteccionista se cae en el mercado.

El sistema administrativo debe también favorecer la colaboración entre empresas públicas y privadas.

### 3.8. *Los perfiles profesionales para desarrollar la Industria 4.0*

Las personas adecuadas para la Industria 4.0 son personas capaces de definir todo el proceso. Perfiles capaces de definir un modelo de negocio que de valor al mercado, perfiles con conocimiento del sector y conocimiento de lo que la tecnología puede hacer por el sector y saber si determinada tecnología es óptima. Por lo tanto, el perfil que se necesita es un perfil multidisciplinar. Se debe enseñar a los que saben de tecnología IoT cómo mirar el negocio de otras formas y al revés. Se necesita un conocimiento profundo del sector con conocimiento de tecnología para poder ver el modelo de negocio.

Los emprendedores son muy importantes. Hay que fomentarlo dentro y fuera de las grandes empresas, se deben crear modelos de negocio y después probarlos (se debe crear algo más que un piloto).

Hay que conocer el negocio del cliente, entenderlo y luego venderle tecnología, para conseguir mayor competitividad y mayor productividad. Uno de los retos que se plantea es que las Tecnologías IoT que puede adoptar una determinada empresa de un sector, pueden ser completamente distintas a las de otro sector. Hay mucha variedad. Si se compara con la implantación de los ERP, estos son prácticamente comunes para todo tipo de empresas (con una posterior parametrización) pero un IoT de un sector, es totalmente distinto a un IoT de otro, y la explotación de los datos es muy distinta. Se necesita mucha más especialización. A lo largo del tiempo aparecerán casos de negocio más comunes, que producen más beneficio, etc.



### 3.9. Recomendaciones a la industria y a las Administraciones públicas

Algunas recomendaciones adicionales dirigidas tanto con carácter general a la industria del lot, como a las Administraciones públicas incluyen:

- Existe una gran preocupación por la estandarización de las Tecnologías IoT. Se propone mirar las plataformas y definir cual tiene que ser la arquitectura de referencia, para que así las plataformas que están en el mercado cumplan los mínimos requerimientos para que la integralidad de las verticales y la portabilidad sea relativamente sencilla.
- A las Administraciones públicas se les propone hacer más sencillos los pliegos de colaboración privado-publico. Actualmente existen muchas dificultades humanas porque no hay un documento de referencia o unas recomendaciones generales de cómo se deben hacer ese tipo de contratos. Se necesita que los organismos públicos sean prácticos y dinamizadores del sector.
- Es necesario un proceso de evangelización de las pequeñas empresas que quieren digitalizar su proceso industrial. El mercado es muy grande y se debe dar a conocer la industria IoT en España.
- Se propone a la Administración Pública poner en marcha un observatorio de industria 4.0 que de visibilidad de casos de éxito o que permita entender que aporta la industria 4.0, es decir, que hiciera una función de faro de referencia. Se deberían impartir programas de formación a directivos y gerentes de empresas; y formación para pymes de 3 a 200 empleados. Es muy importante crear un ecosistema de Industria 4.0 donde compartir los conocimientos.
- También se considera fundamental la generación de demanda. Se pide a la administración que los órganos intermedios de ejecución de los fondos FEDER (sobre todo para las regiones que van a mirar la especialización inteligente de la industria) que en esas convocatorias pongan el concepto de industria 4.0 como un requerimiento. Junto con esto, se considera también importante hacer un trabajo de observación de modelos de éxito de otras regiones de España.

## 4. Grupo de centros de estudio e investigación

Se trata de un sector con mucho impacto en el desarrollo de tecnologías que están en constante evolución. Se ha invitado a universidades y a centros de investigación que están trabajando en esta materia.

### 4.1. Barreras tecnológicas identificadas

Uno de los factores críticos en el IoT es mantener el dispositivo con energía. Hay una dicotomía entre poner inteligencia al sensor, que tenga potencia de procesado lo que implica un mayor consumo de energía, o desplazar la inteligencia a la nube con *Cloud Computing* lo que conlleva que el consumo se aumenta por la transmisión de datos.



En la dicotomía entre tener más potencia de cálculo o de transmisión, ha habido una fase inicial en la cual los sensores básicamente mandaban los datos y subían la información a la nube, por lo que aparecía un paradigma de procesado en la nube. Posteriormente, la realidad es que no es necesario tener muchos datos en la nube, y esto está llevando a la bajada de los datos a local, es decir, que de alguna forma el sensor mande a la nube lo estrictamente necesario, que se suba la información en lugar de los datos. Los procesadores que se han usado para redes de sensores eran de 8 bits, el argumento en ese momento era el coste y la energía, ahora se están viendo plataformas de 32 bits que están consiguiendo eficiencias energéticas muy buenas con capacidad de procesado.

El sensor tiene un elemento intermedio que le da conectividad que manda los datos, el Gateway o proxy, ahora se está poniendo inteligencia a nivel de Gateway, por lo que la información se procesa a nivel local y solo los datos se transmiten ya que el coste energético de procesar es menor que el de transmitir. A este nivel se ha conseguido bajar el coste de energía en la transmisión, pero se han reducido mucho más los costes de procesado.

#### 4.2. Procesado vs transmisión

A nivel de procesadores, España no va a ser fabricante si no que comprará la electrónica fuera. Sin embargo, pueda intervenir en la implementación del firmware y de la algoritmia.

En algunas tecnologías se está viendo una reducción muy grande del coste. Un ejemplo es el bajo coste que tiene ahora un chip que gestiona las telecomunicaciones WI-FI, se tiene todo el stack TCP/IP hasta proporciona seguridad. Y esto, junto con un transductor o un sensor, ya permite conseguir un nodo. Es WI-FI que facilita mucho el protocolo y no se necesita el gateway que en un principio es difícil de utilizar.

También depende mucho del servicio que vaya a dar el sensor, depende del ancho de banda que vaya a necesitar, la cantidad de datos que se vayan a enviar, etc. Si necesita transmitir más, necesita más energía, por lo que puede ser que necesite un pre procesado anterior a la transmisión, para sacar unos determinados parámetros que son los que se van a enviar. A mayor ancho de banda el dispositivo deberá de ser más inteligente, y será necesario un pre procesado para conservar energía y enviar menos datos.

Hace unos años la capacidad de procesado de los sensores no existía, se tenían unos dispositivos muy pobres en procesado y hoy en día se empiezan a tener dispositivos que ya tienen capacidad y ahí está la dicotomía. Para ciertas cosas no es viable transmitir la información todo el tiempo, temas de sonido o imágenes de video, por ejemplo, las cámaras de vigilancia actuales tienen una cierta capacidad de detección y solo mandan notificaciones en los casos necesarios.

Desde el punto de vista de los sistemas de información, toda la tendencia del *Big data* y *Data Analytics* va justo al revés, es importante no desechar ningún dato porque en el futuro puede llegar a ser de utilidad. Además, el precio del almacenamiento tanto en local como en *cloud* está disminuyendo y, hay proveedores que ofrecen una infraestructura en *cloud* por 100 dólares al mes. La estrategia es guardar los datos que es barato (no transmitir) porque no se sabe para qué se van a utilizar. No es lo mismo un sensor de lluvia, que una cámara de video, donde una cosa es un dato numérico que un video.



En cuanto a inteligencia, hay dos tipos:

- Inteligencia distribuida, es la que tiene cada sensor para tomar decisiones propias que afectan localmente a su entorno o a que tipos de datos se va a procesar.
- DSS (Decisión Support Systems), que son los sistemas de soporte a la toma de decisiones, que son necesariamente globales, por lo que puede ser que la potencia de los actuadores vaya aumentando. La tendencia es centralizar y en ese nodo desplegar también Business Intelligence.

### 4.3. Líneas de investigación

Hay varias líneas en las que España debería invertir de cara a la aplicación industrial del IoT. Las más interesantes incluyen:

1. **Reducción de la latencia de las comunicaciones.** Para aplicaciones industriales es fundamental el diseño de protocolos con latencia baja y controlada. Si se necesita una aplicación para hacer control industrial y se necesita por ejemplo que los sensores envíen información en 5 ms, que no es el caso ni de sensores de corto alcance ni de la mayoría de los sistemas celulares de hoy en día, se deberán desarrollar aplicaciones con menos latencia.
2. **Recolección de energía.** Se deben diseñar protocolos que permitan disminuir el consumo favoreciendo estados de sleep, para que los sensores estén inactivos el mayor tiempo posible.
3. **Eficiencia energética.**
4. **MIMO (Multiple Input, Multiple Output).** Investigar esta línea, que se basa en múltiples antenas de emisión y de recepción. Es fundamental para avanzar en la sensorización en movimiento. En *Smart Cities* en este momento el diseño de los sensores pasa por su colocación en superficies fijas, sin embargo se debe investigar todas las implicaciones que tiene colocar estos dispositivos en superficies en movimiento. Por ejemplo se tendrá que montar una red de sensores en un autobús o en un camión de recogida de basura y con los multicaminos de los edificios se perderá la señal, por lo que la investigación debería de avanzar en esta línea. Otros entornos también difíciles pueden ser bajo tierra, en el metro o entrando y saliendo de túneles.
5. **Seguridad en IoT.** Esta línea se encuentra con años de retraso en relación con la seguridad en otros tipos de sectores tecnológicos. Mientras la seguridad no se potencia no podrá entrar el IoT en la industria. La industria necesita máxima seguridad en sus procesos.
6. **Innovación educativa.** Esta línea de investigación, que en ocasiones se olvida, también es importante. El informe Horizon 2015 describe tendencias en tecnología educativa para la educación superior y se ponen de manifiesto algunas iniciativas singulares en determinados ámbitos universitarios o instituciones que ponen en práctica tanto proyectos de liderazgo como proyectos prácticos en la aplicación del internet de las cosas. Por ejemplo el informe cita la semana Hackathon en Brasil don-





de se pusieron conjuntamente a desarrolladores, estudiantes y jugadores para crear proyectos del internet de las cosas.

7. **E-health.** Se debe avanzar en el desarrollo de dispositivos de mediciones de unidades médicas. Algunas líneas interesantes dentro de E-health son:

- Monitorización para preservar la mayor autonomía de la persona, pero no tanto en prolongar la vida sino en prolongar la calidad de vida.
- Monitorización de personas con enfermedades crónicas o con algún otro tipo de enfermedad.
- Sistemas de ayuda a la toma de decisiones médicas basados en información en tiempo real.

Y existen iniciativas en esta línea. Por ejemplo en la unidad central de radiodiagnóstico, en el hospital Reina Sofía, se compilan imágenes de radiodiagnóstico de la comunidad de Madrid y cuentan ahora mismo con un banco de datos de 35.000.000 de informes radiológicos. En cualquier hospital de Reino Unido o Alemania es imposible que un dato salga del hospital, por lo que nunca habrá ese tipo de aglomeración que en España sí tenemos.

8. **Redes eléctricas inteligentes.** Se quiere evolucionar a las redes eléctricas inteligentes, no se habla de sensores al uso, sino de dispositivos de medida. El desarrollo de estos sensores y de las redes de comunicaciones que les soportan son críticos de cara a la evolución que se prevé de las redes eléctricas en los próximos años donde habrá un aumento muy significativo de energías renovables y de fuentes intermitentes. Se debe monitorizar la red eléctrica de manera precisa, ágil, con poca latencia y con sensores sofisticados para poder modernizar la actual infraestructura que viene de hace 40 ó 50 años.

#### 4.4. Ejemplos de proyectos e investigaciones

A continuación se exponen algunos ejemplos de investigaciones desarrolladas en el ámbito de IoT:

- Sensores para el mantenimiento preventivo en el sector ferroviario. Se ha desarrollado un sistema de medición de vibraciones para implantar ad-hoc sobre trenes ya fabricados basado en comunicaciones inalámbricas y que ha evolucionado hacia un sistema conectado a la corriente.

Se considera al mantenimiento preventivo un ámbito muy interesante en la Industria 4.0. Un ejemplo puede ser un proveedor que instala su maquinaria en la planta de un fabricante de automóviles y cuenta con dispositivos de mantenimiento preventivo para el mantenimiento de dicha máquina.

- *Smart city* sin infraestructura. Consistente en la colocación de sensores y el uso vehículos que circulan por la ciudad como recolectores de información. En este sistema hay tener en cuenta las latencias, ya que dependiendo del servicio que se quiera prestar hay servicios donde la latencia es importante y otros en los que no.
- La universidad de Wisconsin puso en el ámbito del internet de las cosas una centralización informativa que le permitió descubrir y demostrar aplicaciones del internet de las cosas a distintos sectores: consumo, ventas, salud e industrial.



- Reutilización de las infraestructuras WI-FI a través de la radiofrecuencia que permitió proporcionar conectividad a internet.
- En cuanto a la universidad española, se están desarrollando proyectos interesantes y novedosos en *Big Data* y *Learning analytics*. En este sentido se ha lanzado una convocatoria pública para abrir una línea de investigación que actúe como tractor de proyectos de *Learning analytics* aplicados al ámbito de la educación. El potencial de desarrollo en este ámbito mediante la utilización de nuevas tecnologías y concretamente mediante el IoT es muy amplio.

#### 4.5. Barreras de los centros tecnológicos

Una barrera importante para los centros de investigación es el desconocimiento de las necesidades de las empresas. Por ello, la administración tiene un papel importante en la articulación del sector.

Se considera de interés que las administraciones escuchen las necesidades de las empresas y las pongan en contacto con los centros de investigación. Un ejemplo de esto son los clústeres tecnológicos en diversas regiones de España.

Todas las políticas de clúster industrial que se benefician suelen estar lideradas por el sector público al principio. En España no existen foros de la industria 4.0, mientras que de IoT y *Smart Cities* sí está habiendo avances.

Hay un nivel de conocimiento tecnológico suficiente para poder abordar procesos de digitalización industrial, no obstante faltan clientes avanzados con predisposición para estar en un nivel de producción avanzada. El nivel tecnológico no es un problema, ya que en Alemania en algunos ámbitos ya están desarrollando Industria 4.0 real.

Los centros de investigación consideran necesario evaluar cuál es el estado de preparación industrial de los distintos sectores para identificar aquellos donde exista un nivel superior al resto, como pueden ser el sector del automóvil o la industria química.

España ha recibido gran cantidad de fondos y ello ha permitido la creación de muchas *startups*, no obstante se identifica una falta de estandarización. En este sentido, se ha puesto en marcha a nivel nacional hace dos años la iniciativa ONE M2M, que es un modelo del protocolo IP.

A modo de resumen, los centros de estudio recomiendan:

- Fomentar la interoperabilidad e integración.
- Identificar los sectores donde es más factible desplegar el IoT para comenzar a tener casos de uso.



#### 4.6. Mejora de los perfiles profesionales

Es fundamental la mejora de las habilidades soft en los ingenieros. El mundo de la enseñanza reglada hoy por hoy tiene un desafío porque en una década el 75% de las profesiones actuales no existirán y por tanto los centros universitarios deben adaptar su oferta formativa. Existen aptitudes y habilidades que los profesionales requerirán en el futuro y que no están contempladas en los planes de estudio actuales.

Están surgiendo un gran volumen de titulaciones de post-grado muy vinculados a técnicas muy específicas, en detrimento de grandes disciplinas que tienden a desaparecer.

Quien pueda describir muy bien su puesto, está en una posición que en 20 años probablemente desarrollará una máquina.

Hay que diferenciar entre titulaciones que dan lugar a profesiones regladas, donde el currículum formativo está mucho más cerrado, y las que no. Las titulaciones regladas han pasado de 5 a 4 años y por tanto se dispone de menos tiempo para impartir formación.

Se considera que la formación se debe intentar complementar con otra formación paralela independiente a la titulación reglada. En ese sentido se ha puesto en marcha un centro tecnológico que tiene como objetivo potenciar el emprendimiento y en donde se llevan a cabo cursos, concursos y proyectos.

#### 4.7. Papel de la administración

Los centros de estudio solicitan a la administración realizar un estudio del mapping de la industria y del posicionamiento competitivo, ya que es costoso y tiene una posición privilegiada por su interacción habitual con los distintos agentes. En ese estudio se deberían determinar cuáles son las capacidades en la oferta y en la demanda del ecosistema español, así como una comparativa internacional.

No obstante, no únicamente las administraciones tienen que fomentar el IoT, sino que al margen de ellas pueden existir institutos privados especializados, alianzas entre grandes empresas - universidad o asociaciones empresariales que permitan potenciar el desarrollo de estas tecnologías en España.

Los centros de estudio apuntan que es necesario identificar modelos de buenas prácticas como pueden ser las colaboraciones público-privadas o las subvenciones. De igual manera, se recomiendan herramientas como las plataformas tecnológicas o clústers, tratándose esta última de políticas públicas con un coste bajo. A partir de ello la administración debería actuar como potenciador de proyectos insignia en el ámbito del IoT.

Se considera que un único agente no puede desarrollar este tipo de proyectos de forma autónoma, sino que debe apoyarse en el conjunto de actores del ecosistema, esto es, centros tecnológicos, empresas suministradoras, empresas de servicios, etc.



Se están desarrollando por parte de las administraciones españolas iniciativas como “Horizonte Pyme” que tienen como objetivo financiar a aquellos proyectos que, habiendo sido bien valorados por las instituciones europeas, no han podido ser financiadas anteriormente por motivos presupuestarios.

#### 4.8. ¿Deberían adaptarse los planes universitarios al uso del IoT?

Las carreras técnicas del futuro van a ser diferentes ya que va a ser necesaria otra capa de TIC y por tanto los planes de estudios deberán adaptarse.

Los jóvenes que entran a las universidades en muchas ocasiones tienen un gran desconocimiento de las distintas especialidades que existen y seleccionan sus estudios en función de si conocen o no un determinado grado universitario. No obstante, una vez finalizados dichos estudios de grado, los estudiantes disponen de una madurez y unos conocimientos de la industria mayor que les permiten tomar una decisión más informada sobre la orientación de sus estudios.

Una parte de los centros de estudio apuntan que el conocimiento sobre el IoT debe ser adquirido en estudios de postgrado. Los postgrados, y más concretamente aquellos no oficiales, se adaptan de una mejor forma a las necesidades del IoT ya que son muchos más rápidos de poner en marcha, a diferencia de los grados que requieren de más tiempo debido a distintos trámites de verificación y aprobación. En los estudios de grado, el periodo desde que se concibe la idea hasta que se egresa el primer alumno es de al menos seis años, tiempo demasiado extenso para dar respuesta a un entorno dinámico como es el IoT.

Por otra parte, ante la falta actual de vocación por los estudios técnicos, otros centros apuestan por adaptar los grados tecnológicos para hacerlos más atractivos.

Los expertos consultados coinciden en que tres años no son suficientes para adquirir los conocimientos requeridos para labores como la digitalización de la industria. Ante esta situación se hace necesario cursar estudios de postgrado para completar la formación.

De igual manera se señala la posición de desventaja actual de los graduados españoles frente otros países europeos con planes de tres años, ya que en España los planes actuales de grado tienen una duración de cuatro años y eso supone una desventaja de un año en el mercado laboral.

Se identifican dos dimensiones a la hora de adaptar los planes de estudio:

- La adaptación curricular, es decir cómo incorporar nuevos conceptos y nuevas competencias a los planes de estudios. En ese sentido se ha puesto en marcha una iniciativa de los ministerios de Industria, de Empleo y de Educación y en donde se publicará un libro blanco relativo a la oferta formativa digital.
- La “hibridación” disciplinar, para que los profesionales tengan conocimiento sobre otras áreas y no únicamente sobre su campo de estudio, como por ejemplo que un ingeniero industrial tenga conocimientos TIC.



Las escuelas de negocios juegan un papel fundamental en el desarrollo del IoT, ya que muchos de sus alumnos ostentan u ostentarán puestos de responsabilidad y estarán en disposición de decidir si apostar por el IoT. Actualmente el conocimiento sobre IoT entre los alumnos de este tipo de centros es prácticamente nulo.

La formación profesional y superior va cogiendo fuerza y en algunas ocasiones está más orientado al mercado que los estudios universitarios.

Aunque se considera que los planes de estudio de postgrado no oficiales son los más adecuados para respuesta a las necesidades del IoT por su agilidad, se señala la necesidad de trabajar de forma paralela en la mejora de los planes de estudio tanto reglados como no reglados.

Para el desarrollo del IoT y la Industria 4.0 es necesario contar con personas formadas que sean capaces de liderar y arrancar los procesos necesarios y, para que ello suceda, las universidades y centros formativos deberán incorporarlo a sus planes de estudio. Esto es especialmente crítico para las pymes, que no tienen capacidad de formar a sus profesionales y deben recurrir al mercado de trabajo para captar el conocimiento necesario.

## 5. Grupo de sectores empresariales

En este grupo se ha querido contar con la visión de los usuarios o los clientes empresariales del IoT. Al representar a un colectivo tan grande y diverso, han participado empresas y asociaciones que representan a algunos de los sectores clave para el IoT (turismo, agro, auto y utilities, entre otros).

### 5.1. ¿Sabe la industria lo que es la Industria 4.0, el IoT y las ventajas que puede proporcionarle?

Con la aparición del nuevo paradigma van a cambiar las reglas de juego. Estamos ante una revolución digital que va a cambiar la forma de dar los servicios, van a surgir intermediarios y esto va a afectar a la cuenta de resultados y a la organización. Va más allá de las prioridades estratégicas de las grandes empresas, van a cambiar los modelos de negocio y las cadenas de valor.

### 5.2. ¿Cómo se puede acelerar la incorporación de las IoT?

Hay que innovar, y esto va en el propio ADN de las empresas. Hay que ser conscientes de que conlleva un alto componente de riesgo y que puede fracasar; apostar por el I+D no implica directamente que se vaya a triunfar.

En algunos casos se está yendo incluso demasiado deprisa en el despliegue de Tecnologías IoT, intentando poner en marcha soluciones que no han sido suficientemente probadas. Por ejemplo, con las *Smart Cities* se están poniendo muchos sensores en las ciudades sin saber qué van a medir y qué se va a hacer con la información que van a recoger. Esta situación puede crear un efecto rebote, una falta



de confianza en que el IoT pueda ser una solución. Por ello es fundamental proporcionar soluciones fiables y contrastadas para que no se origine un rechazo al cambio. No se pueden vender productos que no necesita el cliente y que los está comprando porque está de moda, ya que esta situación genera expectativas en el cliente que no se van a cumplir. En la sociedad de la información, la reputación es un activo y no se está en un momento de vender humo debido a que esto es contraproducente para todo el sector.

Se deben testear las soluciones mediante proyectos piloto, ver cómo funciona la tecnología para luego poder desplegarla en otros proyectos. Se deben tener entornos flexibles para poder incorporar tecnología y utilizarla en el momento adecuado y para ello las organizaciones y las empresas deben ser capaces de adecuarse.

En el mercado de la tecnología es necesaria la buena gestión de las expectativas, la tecnología a veces promete más de lo que a corto plazo puede dar.

Alemania está liderando esta revolución. Uno de los proyectos clave en estrategia IoT es el megaproyecto que está desarrollando Bosch. Es importante que desde la administración española se generalice la sensibilidad para que se reconozca este nuevo paradigma como una gran oportunidad.

Por otro lado, otra forma de acelerar la incorporación de IoT, es crear observatorios y centros de investigación, para que se pueda producir una transferencia de conocimiento y que este no se quede en la Universidad. Hay grandes soluciones del IoT en marcha que funcionan, pero hay que aplicar las soluciones a las pymes. Las empresas deberían de tener unas células de conocimiento estratégico sobre IoT e Industria 4.0.

### 5.3. ¿Qué le pide la industria al IoT?

Al IoT se le pide:

- Fiabilidad, que se testeen bien las soluciones.
- Interoperabilidad. Es la quimera que todos buscan pero que en la realidad la establece el mercado. Las empresas con vendor lock-in (que apuestan por un proveedor) una vez que quieren cambiar de proveedor tienen unas barreras muy grandes que frena la inversión. Se debe de promover la creación de estándares interoperables. Es muy importante avanzar en la normalización a nivel mundial, por ejemplo, es fundamental hacer que determinadas APIs sean comunes para todas las ciudades. La industria alemana es la que va a marcar los primeros estándares y va a hacer que Europa entre en esos estándares, lo inteligente por parte de España, viendo que hay unos liderazgos naturales, es ver cómo podemos dar valor añadido. Un buen ejemplo es lo que se ha hecho en la industria del automóvil, donde hay grandes multinacionales en el sector, pero en partes y piezas de marca blanca España es una potencia mundial y se ha conseguido entrar en el mercado de tal forma, que al final vas en un coche y hay muchas piezas fabricadas en España. Es una forma inteligente de actuar, no juegas a marcar como país y ser líderes, pero se está llenando el coche con piezas españolas.



#### 5.4. ¿Son conscientes las empresas de que van a tener un activo nuevo que es la información que van a recoger mediante sensores?

No, las empresas no son conscientes del nuevo activo que van a poseer. Por ejemplo, en el sector agrícola faltaba un interlocutor, una persona que puedan manejar la nueva información y Europa lo que ha hecho es marcar normativa donde se obliga a que los ingenieros agrícolas que firmen documentos de los agricultores. Por lo tanto, son estos ingenieros los que van a liderar la transformación de datos que va a surgir, pero a día de hoy para muchos sectores la transformación está muy lejos.

Con respecto a si en las empresas existe conciencia de utilizar esos datos, un ejemplo muy claro es el coche conectado. Ahora cualquier vehículo pequeño lleva un equivalente a varios ordenadores a bordo, tomando constantemente datos de todos los sistemas, en un futuro se está trabajando en que se emitan estos datos a otras infraestructuras, otros vehículos etc. El primer problema que se plantea es de toda esa información que se va a recibir, cómo priorizar la más importante, por ejemplo, para detener el vehículo y evitar un accidente. Se tiene que ver qué información es la más útil. También podría ser útil tener toda la información de cómo ha funcionado un componente a lo largo de su vida hasta el momento en el que ha fallado, para posteriormente poder estudiar su comportamiento en la vida real en el laboratorio, observar por ejemplo: cómo se comporta el componente en las ciudades con los baches, como sufre de manera distinta y como la vibración afecta de manera distinta a lo previsto, con la finalidad de utilizar esta información para el diseño de nuevos componentes.

Por todo esto, un punto que preocupa es cómo seleccionar los datos y quedarse con los datos buenos, los que vayan a aportar valor en un momento determinado.

Relacionado con lo explicado anteriormente, se están empezando a desplegar proyectos pilotos. Por ejemplo, en una ciudad, se está planteando una experiencia con coches conectados a una plataforma de la ciudad, donde se le va pasando información al coche de que evento está ocurriendo y en qué lugar, y se le va dando indicaciones.

#### 5.5. ¿Puede ayudar el posicionamiento en 4.0 e IoT a la industria española a acrecentar su tejido de mediana empresa?

Sí, sin ninguna duda. Y no solo puede hacer acrecentar el tejido industrial sino que también puede hacer crecer el empleo ya que en las industrias más maduras, la diferenciación que se puede hacer con respecto a la mano de obra con otros países es mínima. Sin embargo si se crea una industria de más nivel, de más valor añadido con nuevos entrantes, con una cadena de valor mucho más rica, se puede ampliar perfiles intermedios que antes no existían con unas capacidades que no existen en la industria convencional y por lo tanto se puede competir con otro tipo de países porque se genera una inteligencia que no tienen los demás.



## 5.6. ¿Cómo de preparados estamos en nuestra fuerza laboral desde un punto de vista formativo?

Se necesitan perfiles multidisciplinares, perfiles de interindustria, es decir, personas que vengan de la industria y tengan una visión más TIC o al revés. En España las carreras son muy nítidas, están muy poco categorizadas y es necesario que los profesionales se formen de una manera más adaptada a la realidad de las empresas.

Para que surjan perfiles multidisciplinares hay que promover el emprendimiento. La empresa debería incentivar a los trabajadores a proponer mejoras en los procesos, que se vean estimulados por la empresa. Se puede poner el ejemplo de una multinacional en España, donde las patentes van a nombre de la empresa, si un trabajador inventa algo, se hace la patente a nombre de la empresa y el trabajador no tiene nada a cambio. Sin embargo, en la misma multinacional en Alemania, si un trabajador inventa algo se lleva un porcentaje (lo que estuviera estipulado en el contrato). Si los trabajadores que aportan una idea interesante y aplicable, ven que su esfuerzo tiene una recompensa y se les reconoce, se les ocurren cosas.

Una buena iniciativa es ofrecer las ciudades como laboratorio para emprendedores que están empezando y que tienen que testear en un entorno de ciudad su producto y sus servicios.

Algunas de las grandes empresas apuestan mucho por el intraemprendimiento, otras apuestan por la innovación abierta, es decir, capturar el talento de *startups*.

En Toulouse dónde tienen una gran capacidad de generación de perfiles técnicos con una escuela industrial muy potente, antes todos los estudiantes querían trabajar en el sector de la aeronáutica, pero ahora se empieza a desarrollar todo este mundo del IoT de escuelas emprendedoras y los estudiantes empiezan a querer trabajar en el sector. España debería de plantearse que habría que hacer para que en aquí también ocurriera esto.

## 5.7. El rol de las Administraciones públicas

Las Administraciones son uno de los motores fundamentales, que tienen mucho que proponer cambiando su manera de ver las cosas. Deben proporcionar servicios eficientes y eficaces.

Es importante destacar que la forma de actuar de la administración es muy diferente dependiendo del sector.

Hay sectores como en el turismo, donde la administración debe intervenir y ser promotor y otros tipos de sectores más industriales, como el automóvil, donde tiene que apoyar pero no interferir. Esta es la diferencia entre *Smart Cities* e Industrias 4.0 en donde no empuja tanto la administración. Se deben proporcionar líneas de ayuda, ventajas fiscales y de promoción pero no tanto marcar condiciones.

Por lo tanto, la administración tiene dos roles: como regulador y como demandante de servicios (consumidor), puede influir desde estas dos vías con dos roles distintos.





Las recomendaciones a la administración incluyen:

- Adecuar las condiciones de contratación en los pliegos al IoT y la Industria 4.0. La administración en su compra de servicios puede actuar como promotora.
- Promover lugares de encuentro para la industria todas las cosas que están en su mano promover, no solo pensando en regulación.

En cuanto a la financiación, la innovación muere porque el mercado no la acoge. Tendría que haber programas flexibles para los emprendedores para que las buenas iniciativas se pudieran financiar, no con grandes cantidades de dinero pero que salgan adelante. Hay que promover la innovación aplicada y real.

En los programas de emprendedores se sigue pidiendo el *business plan* en lugar de pedir que el producto cubra una necesidad del mercado y que vaya a tener clientes. Se debe evolucionar en la manera de invertir en las *startups*.

### 5.8. El rol de los centros de investigación y universidades

En los centros de investigación y en las universidades es necesario vincular a las personas que innovan, desarrollan e investigan, con las necesidades reales del mercado. Es necesario que los objetos de las investigaciones estén orientados a la satisfacción de estas necesidades. A investigadores en sus CV se les debería valorar por cómo funcionan sus patentes, en lugar de por el número de estas.

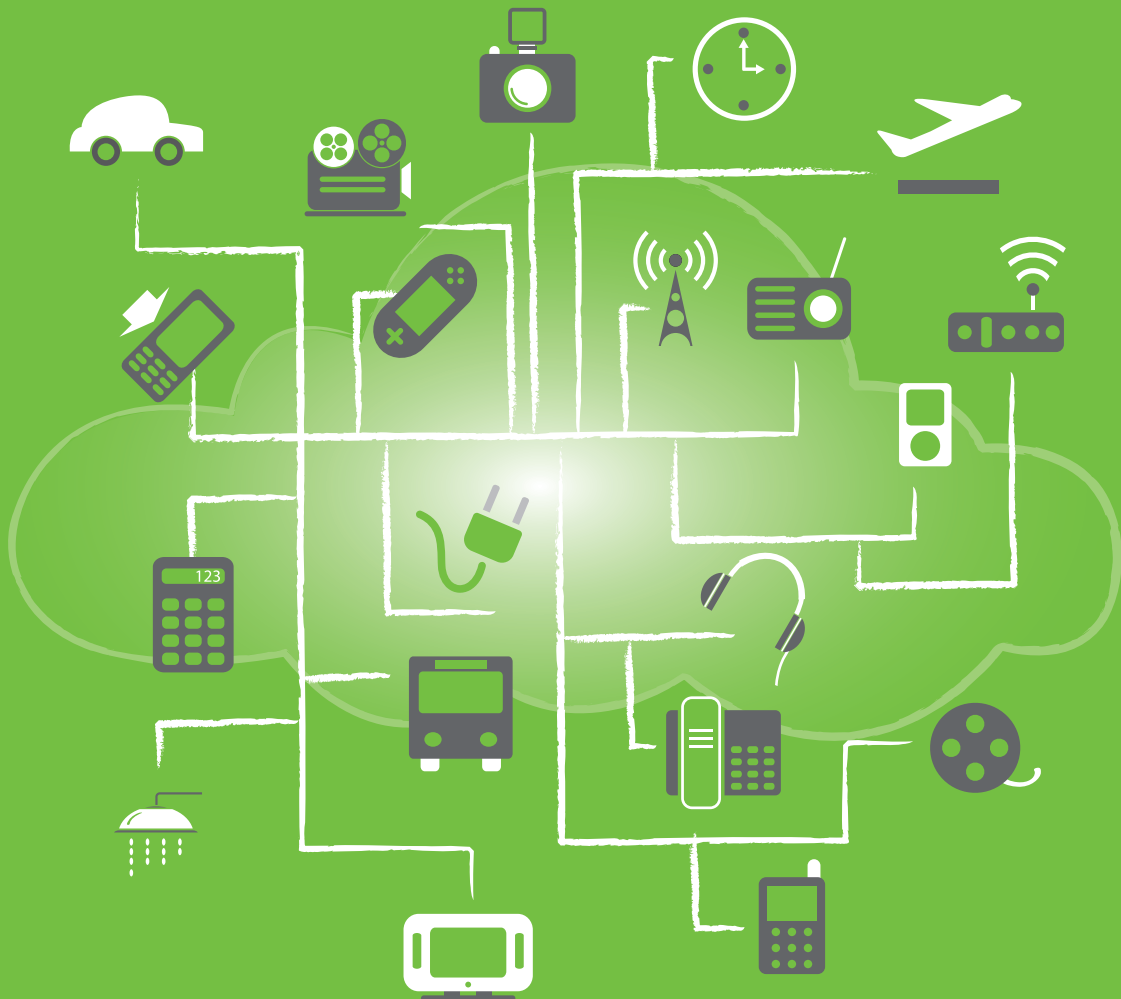
La formación debe estar adaptada a las necesidades de las empresas. Se deben crear centros de formación dual, aplicable a todas las empresas del sector. En este sentido preocupa si los programas formativos de formación profesional de las comunidades autónomas están ligados a las necesidades de las empresas. Además es preocupante que la formación sea distinta entre Comunidades Autónomas. La formación debe adaptarse a las necesidades de las empresas y debería ser uniforme en toda España.



anexo



## GLOSARIO





## 2G

Ver “GPRS”

## 3.5G

Ver “HSxPA”

## 3G

Ver “UMTS”

## 3GPP

El 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*: Proyecto Asociación de Tercera Generación) es una colaboración de grupos de asociaciones de telecomunicaciones a nivel mundial para la definición de los estándares de telefonía móvil presente desde la definición del 3G.

## 4G

Ver “LTE”.

## 5G

Próxima generación de estándares de telefonía móvil, en fase inicial de definición. En el mundo del IoT se prevé la definición de clases de comunicación acordes a las necesidades de este sector en coste de dispositivo, comunicación y gasto energético.

## 6LowPAN

Versión reducida del protocolo IPv6, pensada para poder ser encajada en protocolos con contenedores de datos reducidos como el IEEE 802.15.4 o el BLE. Sus mayores ventajas son la conectividad punto a punto, la integración con IP y el direccionamiento estándar.

## 808x

Familia de microprocesadores de 8 bits diseñados originalmente por Intel, aún usados en diversas soluciones hardware por su robustez.

## Allseen Alliance

Alianza liderada por Qualcomm para la normalización del IoT.

## Amazon AWS

Amazon Web Services es un servicio del gigante americano que ofrece servicios en la nube de virtualización de equipos informáticos, bases de datos, motores de eventos, almacenamiento, etc. Como servicio en la nube, sirve de base a muchas plataformas IoT.



## AMETIC

Es la Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Contenidos Digitales, y lidera, en el ámbito nacional, los intereses empresariales del hipersector TIC. AMETIC lidera sectorialmente el desarrollo de Tecnologías IoT desde su Comisión de Industria 4.0.

## API

Application Programming Interface. Es una librería que ofrece a los desarrolladores un interfaz de programación estándar para una funcionalidad o serie de funcionalidades específicas.

## Aplicación IoT

Software de aplicación en entorno móvil, ordenador personal o web cuya funcionalidad está basada totalmente o en parte en un sistema IoT.

## Arduino

Plataforma de desarrollo basada en hardware abierto con fines educativos, interfaz de programación sencilla y de gran popularidad entre aficionados a la electrónica básica. En el mundo del IoT es una plataforma clave para la creación de prototipos básicos y de su diseño se han derivado varios productos propietarios actualmente en el mercado.

## ARM

Empresa británica de diseño electrónico responsable de los núcleos de microprocesador más populares del mercado. Su familia Cortex-M es muy usada en desarrollos IoT así como la Cortex-A lo es en los teléfonos móviles y tabletas.

## ARM Cortex-M

Familia de núcleos de 32 bits de microprocesadores de bajo consumo y coste de amplio uso en desarrollos IoT.

## ARPANET

Red militar nacida en los años 60 de la mano de la agencia norteamericana ARPA (Advanced Research Projects Agency), base del Internet de hoy en día.

## AVR

Núcleos de microprocesador de la empresa Atmel, muy populares por ser el corazón de la plataforma Arduino.

## Baliza

En el argot TIC, una baliza es un dispositivo de radiocomunicaciones que emite periódicamente una señal de radiofrecuencia con información sobre un dispositivo, para facilitar su localización



y recibir información del mismo. En el sector IoT, las balizas iBeacon basadas en BLE han ganado popularidad.

### Big data

Son los sistemas que manipulan grandes conjuntos de datos. Implementa pues mecanismos para la optimización de la captura, el almacenado, búsqueda, compartición, análisis, y visualización de los datos.

### BLE

Bluetooth Low Energy. En la versión 4.0 del *Bluetooth Interest Group* se define un perfil de bajo consumo y complejidad que está siendo ampliamente adoptado por el sector IoT debido al bajo coste y complejidad de su hardware y su omnipresencia en terminales móviles y tabletas.

### Bluetooth

Tecnología definida por el *Bluetooth Interest Group* que define un protocolo de intercambio de datos en una PAN (Red de área personal). Comprende varias versiones y perfiles de funcionamiento y abarca transmisiones y negociaciones de conexión de calidad y complejidad muy dispares. Su omnipresencia en dispositivos móviles y en electrónica de consumo hacen del Bluetooth un componente clave en el IoT.

### Broker

En el argot TIC, un *broker* es una entidad software capaz de gestionar una recepción y reenvío de datos entre distintos componentes del sistema, lo cual es clave para la gestión de despliegues IoT.

### CAPEX

*CAPital EXpenditures* (CAPEX o capex o inversiones en bienes de capitales) son inversiones de capital que crean beneficios. Cubre la adquisición de activos a rentabilizar en periodos que pueden superar el año. En los despliegues IoT, sobre todo en los industriales o de ciudad inteligente, el CAPEX es un parámetro a tener en cuenta en la planificación del despliegue de equipos y sistemas.

### Celular

Las comunicaciones celulares son todas aquellas que se realizan sobre dispositivos que usan la red de telefonía móvil para el intercambio de datos, sea esta 2G, 3G o 4G.

### CIO

*Chief Information Officer*, director de IT en una empresa, responsable de cualquier desarrollo tecnológico en la misma y por tanto clave a la hora de optar por una solución IoT.



## Clean Slate

Versión reducida (batería, costes) del estándar LTE soportada por la multinacional Huawei y con una aplicabilidad directa en IoT. Tiene como objetivo el cambio mínimo en los despliegues de red existente.

## Cloud

El *cloud* o la nube es un espacio virtual de proceso y almacenamiento de datos y software en centros de proceso de datos repartidos geográficamente de forma agnóstica para el usuario, que únicamente ve un interfaz de acceso desde su terminal de control.

## CNAE

La Clasificación Nacional de Actividades Económicas permite la clasificación y agrupación de las unidades productoras según la actividad que ejercen de cara a la elaboración de estadísticas. El CNAE es una clasificación que deberá evolucionar acorde a las necesidades del sector IoT.

## CoAP

Protocolo de aplicación reducido, ideado para dispositivos de pocas capacidades e idealmente para su ejecución sobre 6LowPAN. Está estandarizado por el IETF en el estándar RFC 7252.

## Contiki

Sistema operativo de código abierto para el IoT. El sistema es multitarea y de baja huella en memoria. Su desarrollo ha sido clave en los últimos 10 años para el despegue del IoT.

## CTO

*Chief Technology Officer*, responsable de la estrategia tecnológica de la empresa y su ejecución. Su figura es clave para la adopción o desarrollo de soluciones IoT.

## EC-GSM

Versión reducida de los estándares GSM propuesta por la multinacional Ericsson para ofrecer un protocolo sencillo a dispositivos IoT con el mínimo impacto en las redes de comunicaciones celular existentes.

## eCos

Sistema operativo de código abierto con soporte de tiempo real y con aplicación en el IoT.

## ESCO

*Energy Savings Company*. Son empresas que ofrecen la renovación de sistemas y servicios en las ciudades y comunidades con un significativo ahorro energético a cambio de un cobro mayor que ese coste. Las ESCO se apoyan en el IoT para el mayor control de esos ahorros y su optimización.



## Ethernet

Protocolo comunicación de red cableada inicialmente definido por el IEEE 802.3 y posteriormente mejorado por estándares empresariales.

## FI-WARE

Plataforma, impulsada por la UE, para el desarrollo y despliegue global de aplicaciones de Internet del Futuro. Propone una arquitectura abierta, pública y libre así como de un conjunto de especificaciones que permita a los desarrolladores, proveedores de servicios, empresas y otras organizaciones desarrollar productos que satisfagan sus necesidades.

## FreeRTOS

Sistema operativo de código abierto. Es multitarea y de tiempo real. Es de uso común en objetos conectados IoT.

## FTTx

Fiber To The X. Tecnología de fibra óptica hasta el punto de abonado.

## Gamificación

Uso de técnicas de juego para la creación de aplicaciones de productividad.

## GPS

*Global Positioning System*. El Sistema de geolocalización más popular en el mundo, de propiedad del gobierno de los EEUU.

## GPRS

Tecnología móvil de datos mediante comunicación por paquetes. Construida sobre GSM y actualmente conocida también como “2G”, su uso es muy popular en IoT debido al bajo coste de los módems que lo soportan. Su mayor problema es el alto consumo energético respecto a otras soluciones.

## GSM

Primer sistema de comunicaciones móviles digitales estandarizado a nivel casi mundial. Originado en la ETSI y posteriormente evolucionado por el 3GPP, el GSM tiene servicios principalmente de voz, si bien dispone de un servicio de mensajería corta, el SMS, y uno de datos en modo de circuito conectado y no de paquete como ofrecerá más tarde el GPRS.





## GSMA

*Group Special Mobile Association*. Es una organización de operadores móviles y compañías relacionadas, dedicada al apoyo de la normalización, la implementación y promoción del sistema de telefonía móvil GSM y posteriores.

## HFC

Cableado de comunicaciones híbrido de fibra óptica y coaxial, muy usado por operadoras de TV por cable para dotar de acceso a Internet a través de su infraestructura.

## HSxPA

*High Speed (Downlink/Uplink) Packet Access*, es una actualización al estándar UMTS para la obtención de mejores tasa de datos en la telefonía 3G. Se conoce también como “3.5G”. Su uso en IoT es limitado a dispositivos móviles y tabletas debido su alto consumo energético.

## HTTP

*Hyper Text Transfer Protocol*. Es el protocolo sobre el que se construye la web y sobre el cual se han desarrollado las tecnologías de intercambio de datos por servicios web. Estas han sido fundamentales en la integración de plataformas IoT con objetos conectados y, aunque no es el único, el HTTP ha sido y sigue siendo clave en este aspecto.

## iBeacon

Tecnologías de balizas de posicionamiento a través de interfaz BLE. Implementada inicialmente por Apple, tiene implementaciones en otras plataformas.

## IBM Bluemix

Es una PaaS (Plataforma como Servicio) en el *cloud* de IBM que permite la ejecución de software desarrollado en varios lenguajes.

## IEEE 802.11

Protocolo que define el WiFi

## IEEE 802.15.4

Protocolo de comunicación radio en distancias cortas, con bajo consumo y complejidad, básico en los despliegues IoT y sobre el que se construyen tecnologías como ZigBee, 6LowPAN y otras.

## IEEE 802.16

Protocolo que define el WiMax.



## Industria 4.0

Aplicación de nuevos paradigmas tecnológicos a la industria digitalizada para la su interconexión y la creación de fábricas inteligentes mediante la introducción de los conceptos relativos al IoT.

## INTERNET

Red basada en la pila de protocolos IP que interconecta equipos con capacidad de comunicación a nivel mundial.

## iOS

Sistema operativo de la multinacional Apple para sus dispositivos iPhone, iPod y iPad.

## IoT

*Internet of Things*, Internet de las Cosas. Paradigma tecnológico que define la dotación de conectividad a internet de cualquier objeto sobre el que se pueda medir parámetros físicos o actuar, así como las aplicaciones y tratamiento de datos inteligentes relativos a los mismos.

## IPv4

Versión 4 del protocolo sobre el que se basa Internet. Es el usado actualmente de forma mayoritaria pero que debido a su limitación en el número de direcciones IP está siendo progresivamente sustituido por el IPv6. Su uso en el IoT es fundamental con el uso de cualquier interfaz conectado a Internet directamente.

## IPv6

Versión 6 del protocolo sobre el que se basa Internet. En plena expansión debido a su mejora respecto al IPv4 con mayor direccionamiento y capacidad de control de la calidad de servicio. Cuenta con una versión reducida ideada para el sector IoT, el 6LowPAN.

## IT

*Information Technology*. Acrónimo para referirse a las tecnologías de la información.

## JSON

Acrónimo de *JavaScript Object Notation*, es un formato ligero para el intercambio de datos muy usado en servicios web, puerta de intercambio común entre objetos conectados y plataformas IoT.

## Linux

Más correctamente, GNU/Linux. Sistema operativo de código abierto y amplia implementación que cuenta con versiones optimizadas para su uso en IoT a distintos niveles.



## LoRaWAN

Long Range Wide Area Network. Protocolo de la empresa de semiconductores Semtech, evolucionado y mantenido por la LoRa Alliance, que propone la creación de redes LPWA.

## LPWA

Low Power Wide Area, es la expresión usada para referirse a protocolos ideados para su uso en el sector IoT teniendo en cuenta sus necesidades de amplia cobertura, bajo consumo energético y bajo coste de los objetos conectados usados.

## LTE

Long Term Evolution. Conjunto de protocolos que definen la cuarta generación de telefonía móvil, también denominada como “4G”.

## LTE-M

Versión reducida de LTE adecuada para su uso en IoT, concebida inicialmente por el 3GPP como LTE-MTC y evolucionada recientemente por consorcios industriales.

## M2M

*Machine to Machine*. Término de uso previo al de IoT y que define las comunicaciones entre dispositivos conectados. A diferencia del IoT, en el M2M no se privilegia la apertura de los datos y protocolos ni el procesado aportado por tecnologías de *big data* e inteligencia empresarial.

## Maker

El *maker* define al individual o al movimiento de los mismos que se dedican a la construcción de sistemas electrónicos y mecánicos como hobby.

## mbed

Plataforma hardware y software de la empresa ARM para el IoT.

## mbed OS

Sistema operativo creado por la empresa ARM para su plataforma IoT mbed y con el IoT como objetivo principal.

## Metering

Se engloba en el término inglés *metering* toda la teled medida de contadores, sean estos de agua, gas, electricidad, etc



### Microsoft Azure

Servicio de Microsoft en la nube que ofrece virtualización de equipos informáticos, bases de datos, motores de eventos, almacenamiento, etc. Como servicio en la nube, sirve de base a muchas plataformas IoT.

### MIT

Massachusetts Institute of Technology, es una de las universidades tecnológicas más prestigiosas en EEUU con una actividad pionera y destacada en el mundo del IoT y con laboratorios internos de prestigio internacional como el Senseable Lab

### MQTT

*Message Queue Telemetry Transport*. Protocolo IoT abierto, creado originalmente por IBM y gestionado por la fundación Eclipse. Su objetivo es ofrecer un servicio de publicación/suscripción a fuentes de datos de forma muy sencilla y pensada en implementaciones ligeras donde el HTTP y los servicios web resultan muy pesados.

### MTC

*Machine Type Communications* es el término equivalente a M2M usado dentro del 3GPP.

### NFC

*Near Field Communication*. Evolución de protocolos RFID y similares para el intercambio de datos en campo cercano. Usado en aplicaciones de ticketing, pago, identificación e intercambio de datos P2P entre dispositivos cercanos.

### Norma UNE

Las conocidas como normas UNE (UNE acrónimo de Una Norma Española) son un conjunto de normas tecnológicas creadas por los comités técnicos de normalización (CTN), de los que forman parte todas las entidades y agentes implicados e interesados en los trabajos del comité. Por regla general estos comités suelen estar formados por la ENAC (Entidad Nacional de Acreditación), fabricantes, consumidores y usuarios, administración, laboratorios y centros de investigación.

### Objeto conectado

Dispositivo con capacidad de medición de parámetros físicos o actuación al que se le dota de conectividad a una red de comunicaciones y una plataforma de adquisición de datos.

### OIC

*Open Internet Consortium* es una alianza de empresas liderada por Intel que propone la estandarización tecnológica dentro del IoT



## OPEX

*Operating Expense*, es un costo permanente para el funcionamiento de un producto, negocio o sistema. Puede traducirse como gasto de funcionamiento, gastos operativos, o gastos operacionales. Es un parámetro clave en despliegues IoT junto al CAPEX.

## OSX

Sistema operativo de los ordenadores personales de la empresa Apple.

## PCB

*Printed Circuit Board*. Circuito impreso.

## PIC

Microprocesador de 8 bits de la empresa Microchip. Muy sencillo de uso, reducido de tamaño y de bajo coste. De uso común en proyectos sencillos de electrónica, lo cual implica también muchos de IoT.

## Plataforma IoT

Plataforma *cloud* de recolección de datos, ejecución de algoritmos y, en ocasiones, visualización de datos concebida para su uso en soluciones IoT.

## PLC

*Power Line Communications*. Tecnología de red de intercambio de información mediante transmisión sobre líneas de distribución eléctrica.

## Protocolo

Lenguaje de intercambio de información hablado entre dos elementos de una red de comunicaciones.

## Raspberry Pi

Ordenador de muy bajo coste (25€ a 35€) capaz de ejecutar versiones reducidas de sistemas operativos como Windows o Linux. Usado con fines educativos y para prototipos, con lo cual es muy útil para probar nuevas Tecnologías IoT.

## RECI

Red Española de Ciudades Inteligentes. Organismo que agrupa todos los municipios españoles con un interés común en el desarrollo de ciudad inteligente en sus ciudades.



## Red

Dispositivos interconectados capaces de intercambiar datos de una forma estándar.

## REST

La Transferencia de Estado Representacional (*Representational State Transfer*) o REST es un estilo de arquitectura software para sistemas Web. Describe cualquier interfaz entre sistemas que utilice directamente HTTP para obtener datos o indicar la ejecución de operaciones sobre los datos, en cualquier formato (XML, JSON, etc) sin las abstracciones adicionales de los protocolos basados en patrones de intercambio de mensajes, como por ejemplo SOAP. Los sistemas de plataforma IoT sobre HTTP suelen respetar arquitecturas REST

## RESTful

Sistemas REST.

## RFID

*Radio Frequency Identification*. Es una tecnología de campo cercano para la lectura de dispositivos de identificación. Se usa principalmente en sistemas de acceso, pago, ticketing, etc. Es la base del NFC.

## RIOT OS

Sistema operativo tiempo real ideado para el IoT.

## ROI

*Return Of Investment*. Retorno de una inversión, parámetro clave a la hora de planificar cualquier despliegue IoT y justificar su gasto inicial.

## Sensor

Aunque un sensor puramente dicho es un componente electrónico capaz de transformar una medida física en electrónica, se aplica el término de forma más global para definir a objetos conectados dotados de sensores y, en ocasiones, actuadores. En muchas ocasiones se usa “sensor” de forma indistinta con “objeto conectado” o “dispositivo IoT”.

## Sentilo

Plataforma IoT de código abierto surgida de la colaboración público privada e impulsada principalmente por el ayuntamiento de Barcelona en sus despliegues de *Smart City*.



## Sigfox

Red de comunicaciones para el IoT basada en tecnologías LPWA. También define al operador matriz que opera y da servicio a la red. Sigfox se caracteriza por dotar de una conectividad muy limitada, a coste bajo y consumo de energía muy por debajo de tecnologías celulares.

## SIM

Subscriber Identity Module. Tarjeta inteligente de reducido tamaño usada en dispositivos celulares para identificar al subscritor del servicio.

## Small data

*Big data* aplicado a pequeña escala.

## Smartphone

Teléfono inteligente. Dispositivo de uso personal con capacidades extendidas a las básicas de un teléfono móvil (voz y mensajería), permitiendo la ejecución de aplicaciones y generación y reproducción de contenidos multimedia.

## SMS

*Short Message Service*. Servicio de mensajería de la telefonía GSM.

## SNMP

*Simple Network Management Protocol*. Protocolo de gestión de redes sobre la pila de protocolos IP. Su uso permite la monitorización y telecontrol de elementos de la red compatibles.

## Soluciones horizontales

Son aquellas soluciones IoT concebidas desde un punto genérico para su uso diverso, ya sea en prototipos, investigación o en distintos verticales. Suelen ser más caras y menos optimizadas, pero mucho más versátiles y adaptables.

## Soluciones verticales

Son aquellas soluciones IoT concebidas para una aplicación de un vertical en concreto. Suelen ser más económicas y optimizadas, pero poco adaptables a otros usos.

## Spin off

Empresa creada como vía de transferencia tecnológica de una institución académica o de investigación. Puede aplicarse a empresas satélite de grandes empresas también.



### Startup

Pequeña empresa de reciente creación en fases iniciales de su vida.

### STEM

*Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Término anglosajón usado para definir los perfiles profesionales técnicos altamente multidisciplinares.

### TCP

*Transmission Control Protocol*. Protocolo fundamental de Internet para la transmisión de datos de punto a punto remoto. Permite una gestión de conexiones sobre la que llevar flujos de datos controlados.

### TCP/IP

Conjunto de protocolos TCP e IP. Se suele usar el término para definir a los protocolos de Internet de forma genérica.

### Tecnologías IoT

También referidas como habilitadores tecnológicos o digitales, se definen como el conjunto de tecnologías usadas de forma combinada para la creación de soluciones IoT. Puede referirse, entre otros, a tecnologías de red, protocolos de comunicación, formatos de intercambio de datos o APIs de programación.

### Telemetría

Sistema de medición de magnitudes físicas que permite transmitir los datos obtenidos a un observador lejano. Predecesora del IoT.

### TelosB

Plataforma hardware WSN, con conectividad IEEE 802.15.4, pionera dentro del sector y aún usada en desarrollos experimentales IoT.

### Thread Group

Consorcio de empresas liderado por Google para la definición de un sistema IoT para el entorno del hogar conectado. La tecnología Thread se sustenta en tecnologías BLE y 6LowPAN.

### TIC

Tecnologías de la Información y la Comunicación. Término para referirse al sector que cubre las empresas dedicadas al desarrollo software y hardware en todas sus vertientes.





## TinyMesh

Protocolo mallado de redes de sensores promovido por la empresa Radiocrafts. Funciona sobre IEEE 802.15.4 y es similar a protocolos como DigiMesh o ZigBee.

## TinyOS

Sistema operativo de tamaño reducido y capacidades limitadas, muy popular en los albores del IoT por su uso en dispositivos WSN.

## Tracking

Término usado para definir a los dispositivos y servicios de seguimiento de activos por medios tecnológicos.

## UDP

*User Data Protocol*. Protocolo de transmisión de punto a punto remoto en Internet de menor complejidad que el TCP. Su uso es importante en IoT ya que se usa bajo el protocolo de aplicación CoAP.

## UMTS

*Universal Mobile Telecommunication System*. Protocolo de comunicaciones móviles de tercera generación basado en tecnologías WCDMA. También denominada “3G”

## VxWorks

Sistema operativo de tiempo real comercial y de gran implantación en la industria.

## Wearable

Dispositivo IoT personal el cual puede llevarse sobre uno mismo y asistirnos con información relativa a nuestro día a día.

## Webservice

Interfaz de intercambio de datos entre dispositivos por medio de interfaces estándares web.

## Weighless

Tecnología de red LPWA de origen británico apoyada por empresas como ARM y Neul.

## WiFi

Protocolo de interconexión inalámbrica para redes IP definido en el protocolo IEEE 802.11 y que cuenta con distintas versiones en función de la tasa de datos, mecanismos de seguridad y frecuencias de uso.



## Windows

Sistema operativo de Microsoft que desde la versión 10 dispone de una edición específica para IoT.

## WirelessHART

Protocolo de comunicaciones inalámbricas de uso en entornos de automatización y sensorizado industrial.

## WSN

*Wireless Sensor Network*. Redes de sensores inalámbricos basadas en objetos conectados en distintas topologías y usando protocolos radio de baja potencia.

## xDSL

*Digital Subscriber Line*. Estándar de comunicación de datos sobre par de cobre telefónico.

## Xerox PARC

Empresa de I+D propiedad de la multinacional Xerox Corporation.

## XML

*eXtensible Markup Language*. Es un lenguaje de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C) utilizado para almacenar datos en forma legible.

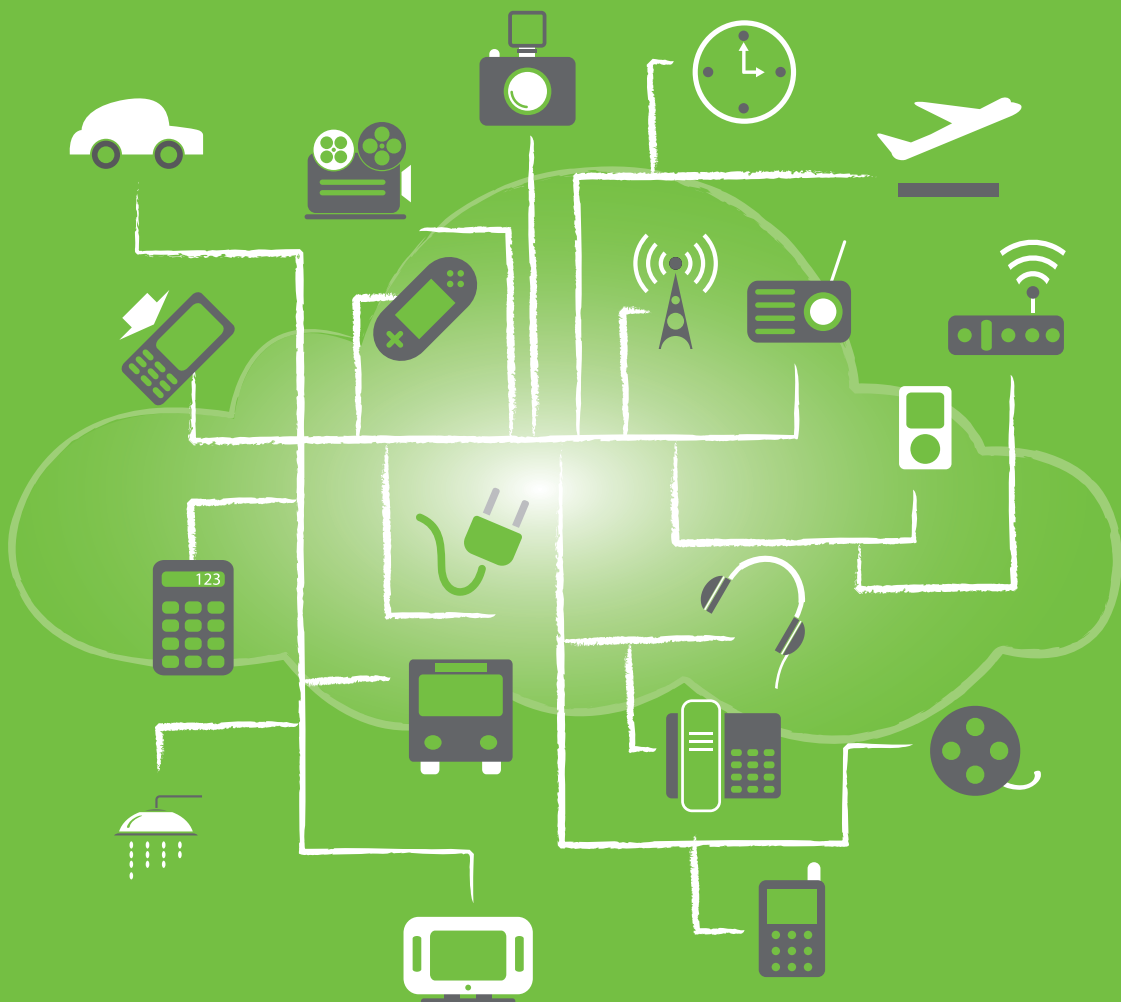
## ZigBee

Protocolo de red de baja potencia sobre el estándar IEEE 802.15.4 que permite despliegues WSN en topologías malladas. El ZigBee ha sido clave en el desarrollo inicial de objetos conectados, si bien su influencia en el mundo del IoT es cada vez menor.

## Z-Wave

Protocolo de red de baja potencia usado principalmente en el entorno del hogar conectado.

# BIBLIOGRAFÍA





- 3GPP. (2009-2012). *3GPP TR 23.888 - System improvements for Machine-Type Communications (MTC)*.  
Obtenido de 3GPP: <http://www.3gpp.org/DynaReport/23888.htm>
- Accenture. (2015). *Industrial Internet Insights Report - For 2015*.
- Acta Comisión Industria 4.0 AMETIC. (29 septiembre 2015). Madrid.
- AENOR, G. T. (2015). *Plan Nacional de Ciudades Inteligentes*.
- AMETIC. (2015). *Hipersector TIC y Contenidos Digitales en España, Resultados 2014 y estimación de cierre 2015*.
- Ashton, K. (2009, Junio 22). *That 'Internet of Things' Thing*. Retrieved from RFID Journal: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- Bosch Software Innovations GmbH. (February 2014). *Capitalizing on the Internet of Things- how to succeed in a connected world*. Berlin: BOSCH.
- Bosch Software Innovations GmbH. (2015). *Industrial Internet: Putting the vision into practice*. Berlin: BOSCH.
- Catapult Networks UK. (s.f.). Obtenido de [www.catapult.org.uk](http://www.catapult.org.uk)
- Consulting, F. (2014). *Internet-Of-Things Solution Deployment Gains Momentum Among Firms Globally*. Zebra Technologies.
- elpais.com. (s.f.). *economía.elpais.com*. Obtenido de [http://economia.elpais.com/economia/2014/10/29/actualidad/1414580007\\_357016.html](http://economia.elpais.com/economia/2014/10/29/actualidad/1414580007_357016.html)
- European Commission. (abril 2015). *IoT Benchmark Study-Final Study Report*.
- European Commission. (2008). *European Economic Recovery Plan*. Obtenido de [http://ec.europa.eu/economy\\_finance/publications/publication13504\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/publication13504_en.pdf)
- Gartner. (Abril 2015). *Agenda Overview for the Internet of Things, 2015*. Gartner.
- Gartner, Inc. (2014). *Gartner Says 4.9 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2015*.
- Hermann, M. (2015). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. Technische Universität Dortmund.
- Hypercat UK. (s.f.). Obtenido de [www.hypercat.io](http://www.hypercat.io)
- IDC. (6 de Julio de 2015). <http://www.proyectosidc.com>. Recuperado el 1 de Octubre de 2015, de [http://www.proyectosidc.com/internet\\_de\\_las\\_cosas\\_cual\\_es\\_realmente\\_la\\_oportunidad.pdf](http://www.proyectosidc.com/internet_de_las_cosas_cual_es_realmente_la_oportunidad.pdf)
- Innovate UK. (s.f.). Obtenido de [www.innovateuk.org](http://www.innovateuk.org)
- Investigación, M. A. (2012). *Project of the Future: Industry 4.0*. Retrieved from <http://www.bmbf.de/en/19955.php>
- IoTUK. (s.f.). Obtenido de <http://iotuk.org.uk/>
- Kennedy, J. B. (Enero de 1926). *When Woman is Boss, interview with Nikola Tesla*. *Colliers*.
- León, Gonzalo. (2015). "working Paper" CAIT 05/2015.



- London School of Economics. (s.f.). Global Entrepreneurship Monitor (GEM).
- McKinsey Global Institute. (June 2015). *The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype*. Mckinsey Global Institute.
- McKinsey&Company. (2015). *THE INTERNET OF THINGS: MAPPING THE VALUE BEYOND THE HYPE*.
- Ministerio de Agricultura, a. y. (2013). *Programa estatal de prevención de residuos*.
- Ministerio de Industria Energía y Turismo. (Febrero 2013). *Agenda Digital para España*. Madrid: Ministerio de Industria Energía y Turismo.
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo. (Octubre 2015). *Industria Conectada 4.0: Líneas maestras para la transformación digital de la industria española*. Madrid: MINETUR.
- Ministerio de medio ambiente, r. y. (2009). *Plan Nacional Integrado de Residuos*.
- PricewaterhouseCoopers Asesores de Negocios, S.L. (2013). *Claves de la competitividad de la industria española*. Madrid: PwC.
- PricewaterhouseCoopers. (December 2014). *Industry 4.0- Opportunities and Challenges of Industrial Internet*. PwC.
- Roland Berger Strategy Consultants. (Marzo 2014). *Think Act - Industry 4.0 - The new industrial revolution - How Europe will succeed*.
- Sage One. (2014). *Perfil del Emprendedor en España*.
- Secretaría General de Industria y Pyme. (Julio 2014). *Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial*. Madrid: MINETUR.
- Turing, A. (1950, Octubre). Computing Machinery And Intelligence. *Oxford Mind Journal*, 433-460.

