



colegio oficial
ingenieros
de telecomunicación



asociación española
ingenieros
de telecomunicación

Informe **Hacia la Sociedad Gigabit:** ***Luces y Sombras***

Grupo de Políticas Públicas y Regulación

Enero 2018

COMITES

Grupo de Políticas Públicas y Regulación

Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación



colegio oficial
ingenieros de telecomunicación

INFORME

“HACIA LA SOCIEDAD GIGABIT: *LUCES Y SOMBRAS*”

Coordinador del grupo:

Julio Navío Marco

Autores:

Adrian Arévalo Aguirre
Antonio Ángel Botella Galindo
Francisco Javier García Rodríguez
Jesús Martín Porras
José Antonio Portilla Figueras
Juan Santaella Vallejo
Julio Navío Marco
Luis Gil Palacios
Noelia Miranda Santos
Rafael del Real Rubio
Sonia Castillo Triguero
José María García Orois

Con el apoyo y colaboración de:



asociación española
ingenieros de telecomunicación

Índice Contenido

Resumen Ejecutivo	7
1 Introducción	11
2 ¿Qué se entiende por ciudadanía digital?.....	12
2.1 Definición del ciudadano digital	12
2.2 ¿Existen características específicas de la ciudadanía digital?.....	14
2.3 Beneficios y desafíos del contexto digital.....	17
3 La formación del profesional digital.....	23
3.1 El porqué de la capacitación: La adquisición de competencias digitales	23
3.2 Cómo conseguir la capacitación. Diferentes enfoques sobre la formación	25
3.3 Dónde, las alternativas para la formación del profesional.....	30
4 El empleo en la Sociedad Digital. Nuevas realidades.....	33
4.1 Contexto histórico del avance digital y su relación con el empleo.....	33
4.2 Análisis de los temores sociales más relevantes sobre el avance digital en el área del empleo	34
4.3 Visiones del fenómeno digital y su relación con el empleo.....	41
4.4 Prospectiva del empleo en la sociedad digital.....	44
5 Infraestructuras habilitadoras de la Transformación Digital. Sociedad Gigabit	53
5.1 Introducción.....	53
5.2 Claves de la estrategia Sociedad Gigabit	57
5.3 Tecnologías para la Sociedad Gigabit. La evolución hacia redes de fibra y la llegada del 5G	59
5.4 El fomento de la conectividad local, iniciativa WiFi4EU	69
5.5 El riesgo de la brecha digital	70
6 Conclusiones	75
7 Anexo: Tecnologías a contemplar en los despliegues de infraestructura Gigabit	80
8 Bibliografía	85

Índice Figuras

Figura 1 Dimensiones de la participación ciudadana.....	16
Figura 2 Evolución Trimestral del Volumen de Negocio del Comercio Electrónico	17
Figura 3 Sociedad Digitalizada.....	18
Figura 4 El Aprendizaje corporativo del Futuro. Fuente: McKinsey&Company Insights	25
Figura 5 Automatización vs Salario	37
Figura 6 Comparativa del índice DEO (Digital Economic Opportunity).....	45
Figura 7 Tasas de crecimiento anual, en el año 2035, con y sin implantación de la IA	47
Figura 8 Estimación del número de dispositivos conectados 2021.	53
Figura 9 Necesidades de velocidad y latencia por tipo de aplicación y/o servicio.	54
Figura 10 Estimación en la evolución del tráfico de Internet entre 2016-2021.	55
Figura 11 Cuota de mercado de suscripciones con velocidad de 100 Mbps o superior.	57
Figura 12 Cobertura de redes de fibra hasta el hogar. Junio 2016.	57
Figura 13 Hoja de ruta de la evolución tecnológica.	59
Figura 14 Capacidades físicas de las distintas tecnologías o medios de transmisión	59
Figura 15 Hipercubo de servicios 5G. Fuente: 5G: A Technology Vision, Huawei	63
Figura 16 Recomendaciones sobre bandas espectrales para 5G	65
Figura 17 Modelo de Micro/femtoceldas 5G.	66
Figura 18 Cobertura de redes de banda ancha de nueva generación por hogares cubiertos	71
Figura 19 Cobertura de banda ancha móvil LTE por hogares cubiertos. Datos del año 2015	71
Figura 20 Cobertura de redes de banda ancha de nueva generación en áreas rurales.....	73
Figura 21 Cobertura de redes fijas de banda ancha de nueva generación en total y en zonas rurales de los cinco países principales de la UE. Datos del año 2016.	73
Figura 22 Cobertura de redes de banda ancha móvil LTE en áreas rurales.	74
Figura 23 Cobertura de redes LTE en total y en zonas rurales de los cinco países principales de la UE. Datos del año 2016.	74
Figura 24 Evolución de las tasas de transferencia de las tecnologías DSL, 1995-2020.....	80
Figura 25 Esquema de las distintas tipologías de red de la arquitectura FTTx	81
Figura 24 Arquitectura DOCSIS sobre redes HFC	81
Figura 25 Evolución de las velocidades de transferencia DL y UL en FTTH, 1995-2025.	83
Figura 26 Evolución de las velocidades pico de las distintas generaciones de comunicaciones móviles, 1990-2020	84

Resumen Ejecutivo

La definición de ciudadano está íntimamente ligada a la Comunidad o Estado, y las nuevas formas de Estado están empezando a destacar como el caso de Estonia que ha desarrollado un programa de concesión de ciudadanía digital Estonia¹ –“*e-residence*”- que consiste en el otorgamiento de una identidad digital en el país a cualquier persona, Estonia o no, para establecer empresas, con el objetivo de conseguir un efecto llamada a los emprendedores de todo el mundo. Pero, por otra parte, es notorio que muchos Estados han encontrado en las nuevas tecnologías un poderoso instrumento para incrementar la supervisión y el control de las manifestaciones sociales y políticas de sus ciudadanos.

Conceptos como desigualdad, privacidad o participación ciudadana están muy presentes y en constante evolución, ya que se producen nuevas formas de discriminación ocasionadas por la brecha digital, no sólo por la falta de infraestructuras o de formación, sino también por las deficiencias o incluso la falta de representación de todas las opciones civiles legítimas en los espacios digitales. En relación a la privacidad y libertad, los derechos fundamentales tradicionales tienen que ser preservados, y los ciudadanos han de ser conscientes de los riesgos potenciales del entorno digital, disponiendo de las capacidades e instrumentos adecuados para preservar sus derechos en red. Las redes sociales, por su parte, suponen un acelerador para mejorar la participación de la sociedad en su conjunto, resultando fundamental el grado de confianza de los ciudadanos en sus instituciones de gobierno, y la capacidad que se les otorgue en el entorno digital para ejercer su colaboración de manera representativa.

Las tecnologías digitales constituyen el principal motor de transformación social y económica y su impacto está suponiendo toda una revolución en todos los ámbitos: administración, empresas y ciudadanos; afectando al empleo, la formación, la demanda de infraestructuras, e incluso, la propia concepción del ciudadano en un entorno digital. No hay duda de la necesidad de que la digitalización se convierta en uno de los principales impulsores de la competitividad ni de los importantes beneficios que la digitalización aportará a los ciudadanos, destacando la mejora en la eficacia y la eficiencia de la Administración, la movilidad en las ciudades o el acceso digital a los servicios sanitarios. No obstante, también es necesario contemplar múltiples amenazas:

- La falta de talento y las debilidades en la capacitación digital están originando un déficit en la adaptación tecnológica del mercado de trabajo que puede condicionar significativamente el avance hacia la sociedad digital en Europa. Si se repasa al informe del World Economic Forum², se observa que la previsión de la demanda por parte de los departamentos de recursos humanos de habilidades técnicas o sistémicas requeridas a los empleados, no va a cambiar de manera sustancial. Lo que si se va a producir, es un salto en las habilidades cognitivas, de manera que los requerimientos no vayan ligados al conocimiento de ciertas tecnologías en particular, sino a entender la tecnología como una herramienta para mejorar el trabajo.

¹ <https://e-resident.gov.ee/>

² “The future of Jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth Industrial Revolution” WEF, 2016

- Por otro lado, es necesario analizar la existencia de suficiente empleo tras la implementación de avances digitales. Una mayor automatización de las tareas industriales hace vislumbrar una, más que posible, desaparición o transformación masiva de puestos de trabajo junto con la aparición de otros nuevos asociados a las nuevas tecnologías emergentes. Todo parece apuntar en la dirección de que la escasez de empleo no se encuentra en la perspectiva del futuro del empleo, sino que más bien en una reorientación de las categorías profesionales y sectores, que trasladarán las mejoras de productividad tecnológicas obtenidas a lo largo de toda la economía.
- También se debe garantizar la privacidad de las personas, y la transparencia y control por parte de los usuarios. En este sentido, el nuevo Reglamento General de Protección de Datos, que será de aplicación en la UE a partir de mayo de 2018, regulando importantes aspectos en la materia como son: la regulación del Derecho al Olvido, el derecho a la portabilidad de los datos, el consentimiento expreso e inequívoco, la evaluación de impacto, el *Data Privacy Officer* y los principios de transparencia, *accountability*, *privacy by design* y *privacy by default*³.
- El fenómeno de la digitalización podría llegar a ocasionar riesgos de exclusión por razones geográficas, culturales, generacionales por discapacidad o por género, y para evitarlo es necesario realizar un esfuerzo de formación específica contextualizada a las necesidades.
- Por último, se considera fundamental la actuación de las instituciones, promoviendo la protección de todos los agentes de la cadena, y mediando entre los intereses de ambas partes involucradas. El método de actuación, lógicamente, es mediante una correcta reforma o interpretación de la legislación actual para afrontar el nuevo paradigma digital, de manera que se obtendrán resultados que reducirán en gran medida el riesgo de incapacidad de negociación para los empleados-contratistas. No obstante, es tiempo de reflexionar, en el ámbito de las políticas de seguridad social, sobre la forma actual de cotización de los trabajadores y si esta se adapta a una era digital donde gran parte de la masa productiva serán robots.

Por otro lado, la formación y capacitación continua han pasado de situarse en un segundo plano para convertirse en aspectos críticos para la empleabilidad presente y futura del trabajador. Las competencias digitales, a día de hoy, son básicas tanto para los trabajadores en activo como para aquellos que se ven desplazados por la evolución del mercado de trabajo y necesitan adquirir nuevas habilidades para aumentar la empleabilidad. La capacitación del ciudadano digital se aborda desde tres puntos de vista: las capacidades y competencias de las que debe disponer, las tecnologías y sistemas que nos ayudan a adquirirlas y las entidades, tanto públicas, privadas o sociales, que nos guían en ese camino. En la Sociedad Digital, la tecnología es un elemento imprescindible que evoluciona a gran velocidad, de manera que para seguirla es necesario contar con una formación continuada. El profesional digital debe ser una persona cuyos conocimientos y capacidades se actualicen constantemente en todo el periodo de su vida profesional, hecho del cual ha surgido el concepto del *Life-Long-Learning*.

³ *Data Privacy Officer* – Delegado de Protección de Datos. Obligatorio en determinados casos (RGPD).

Accountability – Responsabilidad Proactiva aplicada a la Protección de Datos

Privacy by design – Cumplimiento de los principios de Protección de Datos desde el diseño.

Privacy by default – Cumplimiento de los principios de Protección de Datos por defecto.

Este paradigma, que pretende llevar a todos los niveles y estados de la vida del ser humano hacia un aprendizaje continuo, se puede implementar de dos maneras, formal o reglada o informal (no formal) y que no son en absoluto excluyentes. La formación reglada, que es la que se imparte en centros como Universidades (Grados, másteres, programas propios), Colegios y Asociaciones profesionales o en las propias entidades y empresas, proporciona al profesional digital el núcleo de los conocimientos necesarios para su evolución profesional, ya sea con metodologías más tradicionales, o con nuevas ideas, como el *Blended Learning*. Simultáneamente, se debe combinar con formación informal, que es la que el profesional adquiere en su devenir diario, como mediante el *Social Learning*, es decir, la interacción del profesional con su entorno, que le permite, al enfrentarse a nuevos retos, formarse de manera paralela y acumular el know-how generado en su “haber” de capacidades.

Debemos tener en cuenta que esta “capacidad para la capacitación” viene de la propia tecnología por la cual es necesario este proceso de evolución en la formación. Internet se ha convertido en la mayor fuente de información (a veces de desinformación) existente, donde se puede recurrir para una primera aproximación para adquirir los conocimientos para afrontar un nuevo reto. Pero, además, las tecnologías educativas de la formación reglada, han evolucionado drásticamente en las últimas tres décadas, desde la aparición del *e-learning*, pasando por los cursos MOOC y llegando, gracias a tecnologías de banda ancha, a sistemas de realidad aumentada y realidad virtual para el apoyo a la formación.

Por último, para soportar esta Sociedad Digital que nos rodea y dar respuesta a las crecientes demandas de tráfico previstas y potenciar la conectividad de Europa, la Comisión Europea ha aprobado una ambiciosa estrategia denominada Sociedad Gigabit con objetivos estratégicos para 2025, combinados con otros objetivos intermedios para 2020. Esta estrategia se desarrolla en tres líneas básicas de actuación: la reforma del Código Europeo de Comunicaciones Electrónicas, la definición de un plan de acción para el despliegue del 5G y una iniciativa para el fomento de la conectividad local denominada WIFI4EU. Para conseguir estos objetivos, es prioritario realizar los despliegues de infraestructuras necesarios para cumplir con los objetivos recogidos en la Agenda Digital para Europa para 2020 y disponer de los primeros estándares y normas globales relativas a 5G, antes de finales de 2019, de manera que se permita el lanzamiento comercial del 5G en el plazo previsto.

Habiéndose realizado solo el 25% del total requerido, resulta primordial potenciar la inversión pública adicional en áreas rurales remotas y menos rentables, además de mecanismos de compartición en áreas en las que existan modelos de negocio viables a largo plazo. Estas acciones, unidas a la priorización de inversiones en conectividad para los principales agentes socioeconómicos estimularan la inversión necesaria para alcanzar los objetivos planteados, lo que traerá consigo grandes beneficios en su interacción con el Mercado Único Digital.

A modo de conclusión, en el documento se recogen no solo las “luces” en la Sociedad Digital, que son en ocasiones las más conocidas, sino también algunas de las “sombras” que existen sobre ciertos aspectos negativos que es necesario solventar. La misma tecnología que produce un avance económico y social imparable, puede generar y aumentar efectos de brecha digital, tanto territorial como en cuanto a las edades de los profesionales, a la hora de desarrollarse e interactuar en la Sociedad Digital.

1 Introducción

La etapa digital es ya una realidad y no hay vuelta atrás. Afecta a todos los aspectos de nuestra vida: económicos, culturales, sociales y políticos. La Sociedad Digital en plena construcción precisa para su definición de parámetros y métricas distintas de las tradicionales o de su adaptación al contexto digital.

La vida digital es parte de nuestra vida, no está dissociada de ella. Es necesario que todos los actores se involucren en una convivencia en donde queden claros los derechos y los deberes de cada uno. La ciudadanía digital implica construir entonces cuáles son los derechos y las responsabilidades de los usuarios del entorno digital en un espacio de participación y colaboración.

La educación responsable de los nativos digitales se presenta como un reto para una ciudadanía digital responsable que prevenga riesgos en la publicación de datos, el respeto a la privacidad, ... no obstante, hay un reto más importante la brecha intelectual que puede producirse en determinados colectivos sin las competencias digitales básicas.

Los empleos del futuro tendrán que ver sobre todo con la producción, la distribución y la transformación de conocimientos. No se trata tanto de poseer una formación para desempeñar una actividad específica como de ser capaces de atender las necesidades constantes de reciclaje

Sin embargo, la sociedad digital se enfrenta a barreras y resistencias (conectividad e infraestructuras, regulaciones, falta de capacitación, confianza y accesibilidad a datos y contenidos) que pueden ralentizar su desarrollo y provocar diferencias insalvables entre las sociedades y colectivos más avanzados y los menos avanzados (en términos de fricción digital).

El estado de la conectividad de banda ancha en Europa y sus tendencias actuales de modernización no se ajustan a las necesidades crecientes de una conexión a Internet mejor y más rápida, posible únicamente mediante redes de muy alta capacidad, según palabras de la propia Comisión Europea. Conscientes de esta realidad, la Comisión Europea ha establecido la estrategia europea “Sociedad Gigabit” con el objetivo de impulsar el despliegue de estas redes en Europa.

Este nuevo informe del COIT tiene como objetivo favorecer el debate y entender el fenómeno de la Sociedad Digital desde 4 perspectivas: la ciudadanía, la capacitación, el empleo y las infraestructuras como pilares básicos de la era digital.

2 ¿Qué se entiende por ciudadanía digital?

2.1 Definición del ciudadano digital

La definición del concepto de ciudadano ha sido una de las tareas que más han ocupado a pensadores y filósofos desde la antigüedad. A lo largo de la historia, las diversas concepciones del ser humano y su relación con los demás han determinado distintos enfoques en función de aspectos como las competencias o la tecnología. Asociado al concepto de ciudadano aparece de manera directa el concepto de comunidad, ya que los seres humanos no vivimos aisladamente, sino que nos desarrollamos en sociedad, en la cual deben ser capaces de convivir varias culturas con formas de vida diferentes.

En el momento actual, el reconocimiento de la ciudadanía a una persona implica que ésta ostenta una condición mediante la cual se le reconocen y garantizan una serie de derechos y obligaciones. El Estado es el encargado de regular la convivencia y garantizar que se dan las condiciones necesarias para el bienestar de los ciudadanos. Por lo tanto, ciudadanía hace referencia a la relación entre los sujetos y la comunidad política a la que pertenecen, dentro de los ámbitos de lo civil, lo político y lo social. Según Margarita Bartolomé Pina, podemos referirnos a ciudadanía como *“proceso y práctica por la que los ciudadanos comparten valores y normas de comportamiento que posibilitan la convivencia y les dotan de una identidad colectiva”*.

El avance de la ciencia y la tecnología a lo largo de siglo XX tuvo su mayor expresión en el asentamiento de internet como canal de comunicación y distribución de información. A pesar de que hayan pasado cincuenta años desde que se empezara a investigar, no es hasta la década de los 90, con la aparición del ordenador personal y la evolución de las redes, cuando internet se empieza a convertir en una herramienta habitual tanto en el ámbito personal como profesional. En la primera década de los años 2000 el rápido crecimiento en el uso de internet ha derivado en que el ciudadano desarrolle su actividad no sólo en el ámbito de lo físico sino también en el de lo virtual. La palabra digital se ha instalado en nuestro vocabulario habitual, además de ser un término para referirse a evolución y adaptación de lo tradicional a los tiempos actuales. No sólo se refiere a la utilización de las redes de comunicaciones para la transmisión de información, sino que hace alusión al conjunto de dispositivos, herramientas o aplicaciones necesarias para que la actividad personal o profesional se realice sin necesidad de los medios tradicionales, sino a través de dispositivos electrónicos. Las redes digitales consiguen transformar los conceptos de tiempo y espacio, permitiendo establecer comunicaciones entre puntos muy lejanos en tiempos muy cortos. Este hecho hace que las limitaciones existentes en un entorno físico desaparezcan y por lo tanto el concepto de comunidad no se limita a un espacio físico determinado (como se puede concebir un Estado) sino que hoy día se construye por individuos que comparten un conjunto de preocupaciones, deberes y objetivos contruidos sobre la base de principios morales mínimos.

Según recoge José Manuel Robles, la ciudadanía a partir de los años noventa del siglo pasado siente una desafección hacia la sociedad y la política. Sin embargo, la aparición de internet hace que la ciudadanía digital decida implicarse en asuntos sociales y políticos tanto como puede con internet como la principal arma de difusión, crítica y construcción.

Así pues, vamos a tomar como definición de ciudadano digital, la ofrecida por este mismo autor, *“aquel individuo, ciudadano o no de otra comunidad o Estado, que ejerce la totalidad o parte de sus derechos políticos o sociales a través de internet, de forma independiente o por medio de su pertenencia a una comunidad digital”*.

2.1.1 Características principales del ciudadano digital

Para que un ciudadano pueda satisfacer la definición de ciudadano digital dada, éste ha de cumplir tres condiciones:

- Acceso a internet. Es importante que el ciudadano disponga no sólo de los medios físicos necesarios sino también de un punto de acceso a la red con capacidad adecuada para realizar las actividades que tenga previstas.
- Habilidades digitales. El individuo debe poseer los conocimientos suficientes y necesarios para usar internet.
- Utilidad de los servicios. Si el individuo no percibe utilidad en los servicios en internet, no hará uso de los mismos y por lo tanto no podrá desarrollar su actividad en internet.

Además de estas características propias del ciudadano digital, para su desarrollo en la comunidad es importante que las administraciones públicas y las empresas pongan a su disposición herramientas y servicios a través de internet dentro de ámbitos como el político, social o administrativo. Generalmente, empiezan por adaptar al entorno digital a aquellas herramientas o servicios usados más frecuentemente por los ciudadanos. En todo momento se deben garantizar los principios de isonomía (igualdad ante la ley) e isegoría (participación en los asuntos públicos). Es importante que internet sea un medio válido para la interacción social y política de los individuos.

Diversos estudios muestran que el acceso a internet y la posesión de las habilidades necesarias para su aprovechamiento están directamente relacionados con el nivel de estudios o con la edad. Por lo tanto, existe un riesgo considerable de creación de desigualdades entre distintos sectores de población. Es necesario tener una vigilancia constante entre el desarrollo de las TIC y el desarrollo del ejercicio de la ciudadanía. La formación en habilidades digitales como veremos más adelante se hace fundamental para la buena salud de la ciudadanía digital, ya que no sólo es necesario poder acceder a la información disponible en la red, sino tener la capacidad y el conocimiento para acceder a la misma y hacer una gestión consciente y adecuada a los objetivos del individuo.

Desde la organización *Digital Citizenship* se establecen nueve elementos que definen a la ciudadanía digital:

- 1) Acceso al mundo digital. Participación totalmente electrónica en la sociedad.
- 2) Comercio digital. Poder comprar y vender a través de medios electrónicos.
- 3) Comunicación digital. Intercambio electrónico de información.
- 4) Alfabetización digital. Proceso de enseñanza y aprendizaje sobre la tecnología y su uso.
- 5) Etiqueta digital. Estándares de conducta a través de medios electrónicos.

- 6) Leyes digitales. Responsabilidades sobre los actos electrónicos.
- 7) Derechos y responsabilidades digitales. Aquellas libertades extendidas a todo el mundo en un mundo digital.
- 8) Salud digital. Bienestar físico y psíquico en el mundo de la tecnología digital.
- 9) Seguridad digital. Precauciones electrónicas para garantizar la seguridad.

Todos estos elementos determinan de una manera conjunta los diversos planos sobre los que es necesario trabajar para que podamos establecer una ciudadanía digital que ofrezca a los ciudadanos el desarrollo de su actividad como si lo realizara en el ámbito de lo físico.

2.2 ¿Existen características específicas de la ciudadanía digital?

En las sociedades modernas, la ciudadanía supone el estatus legal, político y social de un individuo, estrechamente vinculado a unos derechos y responsabilidades individuales y colectivos, sometidos a las normas legales de un Estado concreto.

La introducción del ámbito digital en este contexto implica la intermediación de las nuevas tecnologías en todos los procesos que caracterizan a una sociedad. Estas tecnologías han permitido desarrollar un medio, un ecosistema, en el que se potencian y se transforman, llegando hasta extremos desconocidos en la historia de la humanidad, las capacidades de interrelación, de participación y de expresión personal, pero también las posibilidades de manipulación, de coacción o, en suma, de restricción de derechos fundamentales.

Por estos motivos, nuestro ejercicio de la ciudadanía en el entorno digital se ve afectado en todas sus dimensiones: las relaciones personales y profesionales, la privacidad y la seguridad personal, la libertad, la percepción de proximidad y pertenencia a una comunidad, la economía y, por último, la noción de autoridad y la democracia.

Algunos estudios proclaman que la ciudadanía digital es un “estado mental”, una forma de ser y actuar en el mundo digital, más allá de un mero conjunto de competencias técnicas. Se pueden identificar una serie de especificidades que caracterizan a la ciudadanía en el contexto digital y que iremos desarrollando a continuación.

a) El papel del Estado

Mucho se ha debatido acerca del impacto de las nuevas tecnologías en la tendencia a la globalización, en donde se difuminan las fronteras del espacio, de la distancia física o del lugar en el que se encuentran los ciudadanos, y acerca de la incapacidad de controlar y confinar los flujos de información y de capitales dentro de las fronteras físicas estatales. Todo esto ha contribuido a vaticinar el fin de los Estados nación y la evolución a nuevas formas de Estado, a lo que algunos estudios denominan los “territorios digitales”.

Como ejemplo de esta tendencia, en Estonia se ha desarrollado un programa de concesión de ciudadanía digital Estonia⁴ –“*e-residence*”- que consiste en el otorgamiento de una identidad digital en el país a cualquier persona, Estonia o no, para establecer empresas, con el objetivo de conseguir un efecto llamada a los emprendedores de todo el mundo. Esta iniciativa ha supuesto, desde su puesta en marcha en 2015 hasta la fecha de este informe, más de 27.000 solicitudes desde 143 países y más de 4.200 empresas establecidas de esta forma en Estonia.

Pero, por otra parte, es notorio que muchos Estados han encontrado en las nuevas tecnologías un poderoso instrumento para incrementar la supervisión y el control de las manifestaciones sociales y políticas de sus ciudadanos, y cada vez con mayor frecuencia se revelan comportamientos a nivel gubernamental que van más allá de garantizar la protección y seguridad de sus ciudadanos y se adentran en el ámbito de la privacidad y libertad individual. En este sentido, ¿qué significa en última instancia ser un ciudadano digital? ¿Un ciudadano español se diferencia de un ciudadano turco cuando actúan como ciudadanos digitales? Ciertamente sí. Turquía ha censurado en los últimos tiempos varios servicios y páginas web a sus ciudadanos, por lo que el concepto de globalidad que promueve lo digital todavía está en entredicho.

En definitiva, en el entorno digital, los Estados disponen de herramientas muy eficaces para incrementar su poder y control sobre sus jurisdicciones, lo que cuestiona las predicciones sobre su desaparición futura.

b) Nuevas formas de desigualdad

El concepto mismo de desigualdad evoluciona en su traslación a lo digital, ya que se producen nuevas formas de discriminación ocasionadas por la brecha digital en su más amplia expresión: no sólo por la falta de infraestructuras o de formación para acceder a los servicios digitales por parte de los ciudadanos, sino también una más sutil, que es la de deficiencias o incluso falta de representación de todas las opciones civiles legítimas en los espacios digitales (como, por ejemplo, comunidades lingüísticas, indígenas o culturales minoritarias), lo que restringe la diversidad de las formas de participación en la red y supone per se un empobrecimiento social.

c) Participación ciudadana mejorada

La innovación tecnológica ha permitido nuevas formas de expresión y participación de las sociedades civiles en los asuntos que afectan a su comunidad, a su región y a su Estado. En este sentido, las redes sociales y otros instrumentos de comunicación característicos de los espacios digitales suponen un acelerador para mejorar la participación de la sociedad en su conjunto.

⁴ <https://e-resident.gov.ee/>

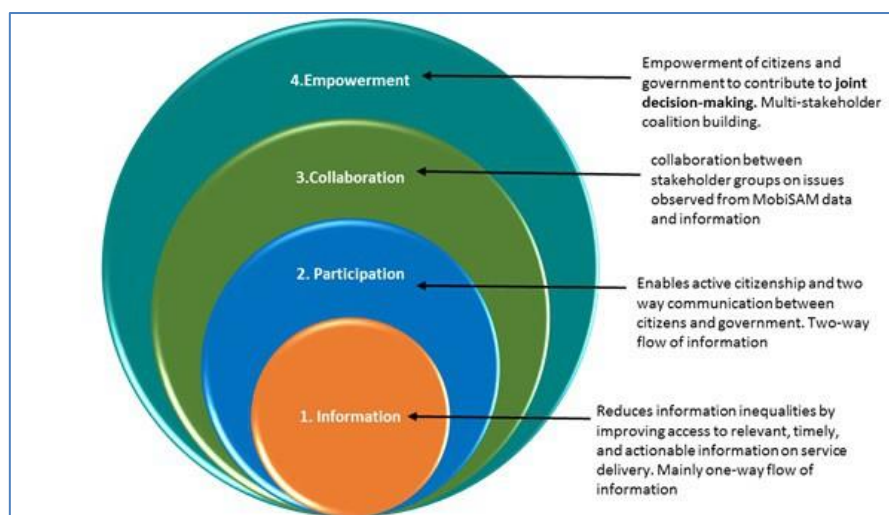


Figura 1 Dimensiones de la participación ciudadana. Fuente: “Are we there yet? The Journey of Digital Citizen Engagement”

En la Figura 1, se muestra la evolución de la participación ciudadana soportada sobre las TIC, a lo largo de cuatro fases (información, participación, colaboración y empoderamiento o potenciación) utilizadas en un reciente estudio⁵.

En lo que respecta al ejercicio de esta participación en procesos de decisión política, es fundamental el grado de confianza de los ciudadanos en sus instituciones de gobierno, y la capacidad que se les otorgue en el entorno digital para ejercer su colaboración de manera representativa.

Y ello es importante porque esa misma innovación tecnológica conlleva el riesgo de que la participación ciudadana se vea restringida o manipulada por unos gobiernos con unas capacidades tecnológicas cada vez más sofisticadas para ejercer el control sobre sus ciudadanos.

La transformación del círculo virtuoso (posibilidades de participación – gobierno colaborativo – confianza en instituciones – nuevas formas de participación) en vicioso (participación restringida – control gubernamental – desconfianza – retroceso en la participación) es muy rápida si se produce alguna distorsión en la cadena de valor.

d) La nueva dimensión de la privacidad

En el medio digital, los ciudadanos guardan sus datos personales y profesionales en múltiples repositorios. Más aún, todas nuestras actividades online generan un rastro de datos (geolocalización a través de nuestros móviles, metadatos, nuestros “likes” y preferencias en las redes sociales, los datos de los sensores de las ciudades inteligentes y los hogares conectados, etc.).

⁵ “Closing the Feedback Loop: Can Technology Bridge the Accountability Gap”. World Bank, 2014. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18408>

Toda esta ingente huella digital se almacena en diversas bases de datos y se procesa tanto por empresas privadas como por entidades públicas, con intereses y objetivos muy diferentes entre sí. El ciudadano digital está siendo cada vez más analizado, supervisado y potencialmente más sujeto a manipulación que nunca.

Una serie de nuevos derechos vinculados a la privacidad y propiedad de la huella digital de cada persona, o bien los derechos fundamentales tradicionales evolucionados al entorno digital, tienen que ser preservados. Los ciudadanos han de ser conscientes de los riesgos potenciales del entorno digital para su privacidad y libertad, y deben disponer de las capacidades e instrumentos adecuados para preservar estos derechos.

2.3 Beneficios y desafíos del contexto digital

Según el último informe de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, la facturación del comercio electrónico en España ha aumentado en el primer trimestre de 2017 casi un 25% interanual hasta alcanzar los 6.756,9 millones de euros (ver gráfico), siendo los principales sectores de actividad, las agencias de viajes y operadores turísticos, el transporte aéreo y las prendas de vestir, en tercer lugar.

Las tecnologías digitales constituyen el principal motor de transformación social y económica y su impacto está suponiendo toda una revolución en todos los ámbitos: administración, empresas y ciudadanos.

Como en su día fue la electricidad, se trata de tecnologías de propósito general cuyo efecto transversal afecta a todos los ciudadanos y redefine la posición que cada uno de nosotros ocupamos en la sociedad.

Nos dirigimos inexorablemente a una sociedad digital interconectada e inteligente. Ahora bien, su implantación debe acompañarse con las correspondientes transformaciones sociales y culturales que afectarán a la forma de vivir, trabajar o relacionarse.

EVOLUCIÓN TRIMESTRAL DEL VOLUMEN DE NEGOCIO DEL COMERCIO ELECTRÓNICO Y VARIACIÓN INTERANUAL (millones de euros y porcentaje)



Figura 2 Evolución Trimestral del Volumen de Negocio del Comercio Electrónico y Variación Interanual. Fuente: CNMC

2.3.1 Las TIC como impulsoras de la sociedad digital

La correcta implantación y el buen uso de las TIC van a suponer grandes beneficios sociales en el campo de la salud, el transporte, la energía, la educación, la participación ciudadana, la sostenibilidad y el empleo.

Para aprovechar la transformación digital como factor de crecimiento en los sectores es necesario garantizar la disponibilidad de las tecnologías que lo hacen posible. En este sentido la estandarización es fundamental para facilitar su desarrollo e implantación y garantizar la interoperabilidad entre sistemas y soluciones.

Las diferentes tecnologías implantadas o que se consolidarán en el corto y medio plazo: Redes de Banda Ancha, Cloud Computing, Internet de las Cosas (IoT), Big Data, Robótica, Impresión 3D, Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva, Geolocalización, Realidad Aumentada, están actuando como aceleradoras y facilitadoras en la digitalización de la sociedad y constituirán el motor básico para la participación e involucración activa de los ciudadanos en la sociedad digital.



Figura 3 Sociedad Digitalizada

En los siguientes apartados revisaremos como afectarán las TIC en la digitalización de los sectores públicos y privados de la sociedad.

2.3.2 Las TIC como impulsoras de la digitalización en el sector productivo

La digitalización debe convertirse en uno de los principales impulsores de la competitividad. Las empresas deben adoptar la digitalización como parte del diseño y de todos sus procesos. Las tecnologías digitales ofrecen nuevas oportunidades de mejora, aumentando la productividad, eficiencia energética y de costes.

Las empresas se van a encontrar con un nuevo perfil de cliente: nativo digital, móvil, hiperconectado, y con necesidad de acceso ilimitado a la información para comprar productos y servicios en cualquier momento y lugar.

Por lo tanto, las empresas deben adaptar sus modelos de negocio para ser competitivos y no desaparecer, objetivos que podrán alcanzarse gracias a la utilización de tecnologías como Big Data. La utilización de grandes conjuntos de datos resultará vital para adecuar la oferta a la demanda y tener un mejor conocimiento de las necesidades de los ciudadanos.



Figura 4 Los Datos: El nuevo petróleo

El mercado único digital europeo es el marco ideal donde comercializar online los productos y servicios en igualdad de condiciones, por lo tanto, es vital la aceleración de la transformación digital del sector productivo, especialmente de pymes y autónomos.

El marco regulatorio y legislativo debe ofrecer las condiciones adecuadas para una transformación de procesos o modelos de negocio con garantía de éxito.

Entre las acciones de fortalecimiento del sector digital que pueden impulsar la digitalización de la sociedad podemos enumerar:

- 1) Acelerar el acceso a redes de banda ancha de alta velocidad (Agenda Digital Europea).
- 2) La rápida evolución hacia la nueva generación de redes “Plan de acción 5G”.
- 3) El reforzamiento de la ciberseguridad, que resulta esencial en el desarrollo de la digitalización impulsado por la Directiva NIS 2016/1148.
- 4) La consolidación de la “identidad digital”, mediante el desarrollo de procedimientos y sistemas eficientes y seguros de identificación remota y firma electrónica que permitan una identificación del cliente: Clave PIN, *Mobile Connect*, contratación electrónica, pagos electrónicos.

2.3.3 La digitalización en el sector público en particular

No hay dudas de los importantes beneficios que la digitalización en la prestación de servicios públicos aportará a los ciudadanos, destacando la mejora en la eficacia y la eficiencia de la Administración, la movilidad en las ciudades o el acceso digital a los servicios sanitarios.

La utilización de las TIC en los sistemas de movilidad sostenible e inteligente en las ciudades se presenta como un elemento imprescindible para aplicar soluciones inteligentes que permita garantizar los derechos de accesibilidad de todos los ciudadanos.



Figura 5 Smart Cities

Asimismo, las TIC deben desempeñar un papel fundamental en la digitalización de los servicios sanitarios a fin de mejorar significativamente la atención y seguimiento de los pacientes (teleasistencia, telediagnóstico, receta electrónica). En este sentido es fundamental la extensión de la aplicación de la Ley 11/2007, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos, al ámbito sanitario para que la salud digital sea un derecho de los ciudadanos.



Figura 6 Medicina Digital

2.3.4 Amenazas en la sociedad digital

En la transformación digital en la que nos encontramos inmersos, el ciudadano exige transparencia y confianza tanto en el tratamiento de sus datos de carácter personal, como en la seguridad en la transferencia de información en la que se basa la prestación de servicios de toda índole de la sociedad digital.

Por lo tanto, es imprescindible que las TIC contribuyan a:

- 1) Garantizar la confidencialidad de los datos de los ciudadanos.
- 2) Proporcionar a los ciudadanos el control de su vida digital.
- 3) Fomentar la transparencia en el ejercicio de los derechos.

No hay que olvidar que el artículo 18.4 de la Constitución de 1978 redactado en origen como limitación al uso de la informática ha sido adaptado por la jurisprudencia y la doctrina como un Derecho Fundamental de los ciudadanos a la autodeterminación de su información. Es decir, los ciudadanos tienen derecho a tener el control en todo momento de sus datos de carácter personal.

Por lo tanto, se tiene que lograr el equilibrio adecuado entre la protección de la privacidad y el fomento a la innovación que permita un desarrollo adecuado de la sociedad digital.

Por otro lado, los ciberataques constituyen una de las mayores amenazas en la seguridad de la información y, por tanto, puede suponer una brecha insalvable en la necesaria confianza del ciudadano en la implantación de los servicios digitales.

En los siguientes apartados se describen algunas de las amenazas e inhibidores que pueden condicionar una implantación equilibrada de la sociedad digital.

2.3.5 La educación en las TIC

La Comisión Europea estima que en 2020 habrá una demanda de perfiles digitales sin cubrir en Europa en torno a los 756.000 puestos. La falta de talento y las debilidades en la capacitación digital está originando un déficit en el mercado de trabajo que puede condicionar significativamente el avance hacia la sociedad digital en Europa.

Resulta fundamental que las instituciones procedan a realizar con carácter urgente la adecuación de los sistemas educativos a las competencias STEM (*Science-Technology-Engineering-Mathematics*). No cabe ninguna duda que la educación en TIC es uno de los factores determinantes del éxito de la digitalización.

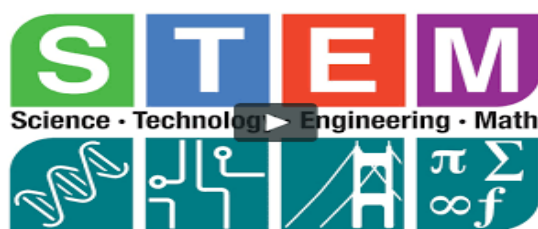


Figura 7 Competencias STEM

2.3.6 La protección de datos y la seguridad de la información

La digitalización genera un flujo inagotable de datos que deben coexistir con los principios básicos de privacidad y protección de la información. Este flujo crea valor añadido por sí mismo, lo que implica una nueva fuente de oportunidades: “*los datos son el petróleo del siglo XXI*”

Muchas de las innovaciones en el sector digital se basan en la explotación de datos y su tratamiento para dar un mejor servicio a los ciudadanos, que debe estar en consonancia con la garantía de la privacidad de las personas y garantizando asimismo la transparencia y control por parte de los usuarios.

En este sentido, el nuevo Reglamento General de Protección de Datos, que será de aplicación en la UE a partir de mayo de 2018, regula importantes aspectos en la materia como son: la regulación del Derecho al Olvido, el derecho a la portabilidad de los datos, el consentimiento expreso e inequívoco, la evaluación de impacto, el *Data Privacy Officer* y los principios de transparencia, *accountability*, *privacy by design* y *privacy by default*⁶.

⁶ *Data Privacy Officer* – Delegado de Protección de Datos: Designación obligatoria en determinados casos (RGPD).

Es básico el papel que la tecnología, como soporte y plataforma de tratamiento de la información, va a desempeñar a la hora de evitar y controlar los incidentes de seguridad. Las TIC son el pilar básico en la seguridad digital que debe garantizar la fiabilidad de las transacciones y los datos.

2.3.7 La sociedad digital responsable

Uno de los principales inhibidores en el desarrollo de la sociedad digital en España, es el hecho de que casi 10 millones y medio de personas no están conectadas a Internet, a pesar de la disponibilidad existente en redes de acceso de banda ancha consecuencia del importante incremento en infraestructuras TIC de los últimos años.

El fenómeno de la digitalización podría llegar a ocasionar riesgos de exclusión por razones geográficas, culturales, generacionales por discapacidad o por género, y para evitarlo es necesario un esfuerzo de formación específica contextualizada a las necesidades. Por tanto, es necesario impulsar la demanda, dar a conocer los beneficios de la sociedad digital y concienciar a los ciudadanos de su importancia evitando su exclusión social.

Especial mención merece el colectivo de los discapacitados para los que las TIC pueden ser una oportunidad de integración o un factor de exclusión. Las personas con discapacidad encuentran barreras de acceso a la tecnología limitando su utilización, por lo que, si los cambios que está introduciendo la Sociedad digital no aseguran la accesibilidad a éstos colectivos, podrían verse abocados a la marginalidad y la discriminación.



Figura 8 Discapacidad y Accesibilidad Digital

Accountability – Responsabilidad Proactiva aplicada a la Protección de Datos

Privacy by design – Cumplimiento de los principios de Protección de Datos desde el diseño.

Privacy by default – Cumplimiento de los principios de Protección de Datos por defecto.

3 La formación del profesional digital

3.1 El porqué de la capacitación: La adquisición de competencias digitales

3.1.1 La adquisición de competencias digitales básicas

Dados los nuevos retos que la globalización sigue planteando, es fácil entender que cada ciudadano requerirá una amplia gama de competencias para adaptarse de modo flexible a un mundo que está cambiando con rapidez y muestra múltiples interconexiones. En el Marco Europeo de Cualificaciones, se define **competencia**⁷ como una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes adecuadas al contexto. Las competencias clave son aquéllas que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personales, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo. En este Marco, se establecen ocho competencias, entre las que se incluye la Competencia Digital.

La Competencia Digital se compone de cinco pilares⁸:

1. Conocimientos digitales, “Alfabetización” digital (datos e información)
2. Comunicación y colaboración
3. Creación de contenidos digitales
4. Seguridad
5. Resolución de problemas

Tal como se indica en el borrador de la Agenda Digital para España utilizando datos de la OCDE, el 23% de los españoles carece de competencias digitales y se enfrenta al riesgo de discriminación en cuanto a oportunidades laborales se refiere. España ocupa el 16º puesto entre los 28 Estados Miembros en la dimensión de Capital Humano. Según la Comisión Europea, para 2020 en España, la demanda de perfiles digitales sin cubrir podría ascender a los 80.000 puestos de trabajo.

En este contexto se generan desconexiones sociales por la distancia de oportunidades entre los que tienen competencias digitales y los que no. Esta brecha tiene varias dimensiones.

La primera, es la falta de competencias básicas, lo que produce un círculo vicioso en el que los ciudadanos que carecen de competencias digitales no saben utilizar las herramientas digitales de formación, por lo que no pueden salir de su analfabetismo digital.

La segunda dimensión se centra en la falta de acceso a la tecnología, ya sea por no disponer de dispositivos, de plataformas software o de suficiente velocidad de conexión. Actualmente, esto no suele ser un problema gracias a las políticas públicas realizadas como WiFi4EU⁹, o estrategias como “Hacia una sociedad europea Gigabit¹⁰”. Aunque se puede dar el caso que ciertos equipos de altas prestaciones, como los de realidad aumentada, no estén disponibles.

⁷ [Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo para la creación del Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente](#)

⁸ [The Digital Competence Framework 2.0](#)

⁹ [Wifi gratis para los europeos](#)

¹⁰ [Towards a European Gigabit Society](#)

Para evitar el aumento de estas brechas, y teniendo en cuenta que las competencias digitales, a día de hoy, son básicas tanto para los trabajadores en activo como para aquellos que se ven desplazados por la evolución del mercado de trabajo y necesitan adquirir nuevas habilidades para aumentar la empleabilidad, hace falta actuar tanto en la formación reglada como en la formación continua.

3.1.2 Las tecnologías habilitadoras.

De acuerdo a McKinsey&Company¹¹, la digitalización ofrece una gran oportunidad para transformar los procesos de aprendizaje en las compañías y abordar algunas de sus deficiencias actuales, aunque cabe señalar que las herramientas de aprendizaje digital no son nuevas. Lo que es nuevo –de manera disruptiva- es el hecho de que el contenido se esté moviendo a la nube, haciéndose accesible a través de múltiples dispositivos y entornos de enseñanza a menudo generados, compartidos y actualizados por los propios usuarios. Esta transformación de la capacitación al ritmo de la economía, de los negocios tiene las siguientes características:

- Los empleados más jóvenes -millennials y post-millennials, o Generación Z- sienten el mayor nivel de comodidad este nuevo modelo de aprendizaje.
- Las plataformas integradas basadas en la nube van más allá de nuevos programas informáticos o de aplicaciones ingeniosas para *smartphones*. Las empresas más punteras están ampliando el uso de tecnologías basadas en la nube para desplegar aplicaciones personalizadas tales como MOOCs (*massive open online courses*), SPOCs (*small private online courses*), cursos en vídeo, juegos de aprendizaje, e-coaching, aulas virtuales, soporte de desempeño online, y simulaciones online.
- El aprendizaje tiene un enfoque innovador al involucrar a los empleados proporcionando un espacio digital y fácil de usar para compartir las mejores prácticas, resaltar los últimos conocimientos internos y externos, actuar como seleccionadores naturales del contenido relevante, fomentando una cultura de aprendizaje colaborativo.
- Los departamentos de Recursos Humanos (HR) y las áreas responsables de formación y desarrollo (L&D) alinean las prioridades educativas con la estrategia global de las compañía y hay un fuerte compromiso desde los niveles más altos de la Dirección¹²

Lograr el cambio de la capacitación tradicional requerirá un equilibrio ágil entre las plataformas digitales y físicas, los mensajes culturales y el contenido técnico, y el aprendizaje en tiempo real y compartido de manera activa. El repentino surgimiento de una generación más comprometida digitalmente y el ritmo intensificado de los cambios tecnológicos sugieren que el tiempo es esencial. Navegar con éxito la transformación que se avecina requerirá no sólo un cambio en las herramientas y enfoques, sino también de organizaciones ágiles y comprometidas.

¹¹ <http://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/learning-at-the-speed-of-business>

¹² Ver casos Danone, Boeing y Apple referenciados en el artículo

En resumen, estamos ante un nuevo paradigma donde los empleados deben aprender a la velocidad de la tecnología. Aun reconociendo todos los avances notables que promete la digitalización, el aprendizaje integral no puede basarse únicamente en las herramientas que cuelgan en la nube. Las empresas todavía tienen razones convincentes para impartir cursos corporativos en instalaciones exclusivamente educativas, que permitan a los empleados desconectar.

La importancia de esta separación física de la rutina diaria no debe ser subestimada. Si los empleados no tienen la oportunidad de alejarse de sus entornos de trabajo, el mismo viejo comportamiento, se refuerza constantemente, y la oportunidad de un aprendizaje más reflexivo y comprometido se pierde.

Por tanto, el futuro del aprendizaje corporativo (ver figura) reside en canales mixtos, que combinan clases en el aula, aplicaciones en el campo, feedback personal y orientado a resultados y participación en línea.

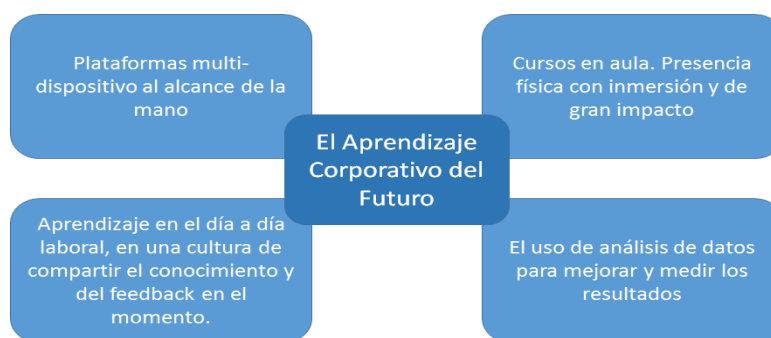


Figura 4 El Aprendizaje corporativo del Futuro. Fuente: McKinsey&Company Insights

3.2 Cómo conseguir la capacitación. Diferentes enfoques sobre la formación

Como ya se ha indicado, en un entorno cambiante como el actual, la formación y capacitación continua ha pasado de ser un aspecto complementario a ser un aspecto crítico en la empleabilidad presente y futura del trabajador. Por otra parte, un proceso de formación continua aporta una serie de ventajas competitivas que impactan en todos los ámbitos de nuestra vida personal y laboral: mayor predisposición al cambio, visión más amplia de los problemas y nuevas habilidades para solucionarlos, permite desarrollar nuestras capacidades y supone una oportunidad de intercambiar opiniones y conocimientos en ámbitos multidisciplinarios.

La globalización y el crecimiento de la economía del conocimiento, en constante evolución, han supuesto que la gente requiera actualizar sus habilidades a lo largo de su vida adulta para adecuarse a la vida moderna, tanto en su trabajo como en su vida personal. Hoy en día, la capacidad de aprender y adaptarse a los nuevos paradigmas se ha convertido en un aspecto clave en un universo tecnológico totalmente cambiante.

Existen distintos tipos de educación/formación¹³ que dependen de cómo se adquieren los conocimientos.

- Educación formal o reglada consistente en la formación que ocurre dentro de un contexto organizado y estructurado (educación reglada, formación interna de la compañía) y que es diseñada como aprendizaje. Está asociada a un reconocimiento formal (diploma, certificado).
- Educación no formal consistente en la formación que se adquiere en actividades planeadas que no son especialmente diseñadas como aprendizaje, pero que contiene un relevante elemento formativo, como las habilidades que se adquieren inconscientemente en el lugar de trabajo.
- Educación informal se define como el aprendizaje asociado a las actividades diarias (familiar, ocio, trabajo). A menudo se define como formación asociada a la experiencia, y dentro de unos límites, puede considerarse como formación accidental.

Existe una clara confrontación entre un tipo de aprendizaje formal frente a otro no reglado e informal. Ejemplos del primero, claramente liderado por el profesor, pueden ser los siguientes:

- Una carrera o curso universitario que consiste en un conjunto de lecciones, trabajos, seminarios o tutoriales.
- Un curso de formación presencial que puede ofrecer actividades grupales o individuales.
- Un curso online que presenta un tema e incluye elementos interactivos como pruebas o intercambio de opiniones con el profesor y los otros alumnos.

En este tipo de aprendizaje, se decide qué es lo que va a aprender el alumno, cómo lo va a aprender y cuándo y dónde lo debe aprender, gestionando y controlando todo el proceso.

Frente a ello, está el aprendizaje informal mucho menos reglado y más sujeto a los intereses particulares de cada uno de los potenciales estudiantes. Es todo aquello que se aprende fuera de un entorno formal de aprendizaje, p.ej. ampliando conocimientos en Internet (blogs, búsquedas en Internet, etc.) o a través de interacciones con otros profesionales o los propios compañeros de trabajo.

Pero la principal diferencia con el aprendizaje formal es que en este caso es cada individuo el que decide lo que quiere aprender, cuándo, cómo y principalmente con qué profundidad y con qué planificación.

Dentro de los enfoques que se siguen en la formación o capacitación continua, se va a realizar un enfoque progresivo partiendo desde una visión más global o generalista hacia otra más concreta enfocada a la formación continua del trabajador.

¹³ Tissot, P. (2004) Terminology of vocational training policy: a multilingual glossary for an enlarged Europe

La **Educación Permanente**¹⁴ (*Lifelong Learning o LLL*) es un paradigma educativo abierto a cualquier etapa de aprendizaje de la vida de una persona. Es considerado como el movimiento que pretende llevar a todos los niveles y estados de la vida del ser humano hacia un aprendizaje continuo, con el fin de que cada individuo pueda mejorar conocimientos, competencias y actitudes. La educación permanente pretende la adquisición de conocimientos y destrezas de forma continua a lo largo de la vida de la persona para que esta pueda adaptarse a los cambios que a su alrededor se vayan ocasionando, dándose, de este modo, un desarrollo integral de la persona y una mayor calidad de vida.

Hace años, la LLL estaba orientada a la edad adulta pero hoy en día esto está cambiando, ya que el constante cambio en sectores tecnológicos, económicos y sociales hace que se necesite de una actualización permanente. Para estos aprendizajes podemos valernos de instituciones tanto regladas como no regladas (educación formal, no formal e informal). También se incluyen las habilidades, el conocimiento, actitudes y comportamientos que la gente adquiere en sus experiencias diarias.

LLL es un proceso continuo que estimula y promueve que los individuos adquieran todos los conocimientos, valores, habilidades que requerirán a lo largo de sus vidas y aplicarlas con confianza, creatividad y disfrute en todos los roles, circunstancias y entornos. LLL se ve como el conjunto de las estrategias que se ponen a disposición de la gente para aprender a lo largo de la vida. Debería ser un proceso de formación continua y consciente que se adquiere a lo largo de la vida y que está orientado a proporcionar las capacidades necesarias tanto para los individuos como para las comunidades¹⁵.

Las ventajas asociadas a la LLL son múltiples. Favorece que se mantengan y mejoren los conocimientos, habilidades, valores y actitudes que se necesitan en la vida como individuos, ciudadanos y trabajadores. Provoca que las comunidades sean más productivas e innovadoras, al favorecer un entorno que promueva nuevas capacidades e ideas. Cuantos más conocimientos y habilidades adquieran los individuos, mayor nivel de capacidad dispondrá la economía. Como colofón, una economía más vigorosa significa que los ciudadanos se benefician de tener la posibilidad de ganar más, vivir mejor y contribuir al sistema económico.

A nivel individual¹⁶, LLL supone ejercitar la mente, potenciar la autoestima, mejorar las habilidades sociales, favorecer la aparición de oportunidades laborales y mejorar las capacidades de comunicación.

Por otra parte, nuestra economía y sociedad, basadas cada vez más en el conocimiento y los datos, se caracterizan porque el cambio es constante. Por ello, la gente que continuamente aprende nuevas habilidades y se prepara para nuevas oportunidades, pueden gestionar mejor los cambios del lugar de trabajo. Adicionalmente, ofrece la posibilidad de recibir un mejor salario. Las promociones suelen ir a la gente más preparada que se mantiene actualizada respecto a los avances tecnológicos y técnicos.

¹⁴ Para mayor Información: LifeLong Learning – Education and Training. Stella Soni. TS051 –Learning and Teaching Methodology, 5945

¹⁵ Lifelong learning; why do we need it? Marjaan Laal, MD; Peyman Salamati, MD, citando a diferente autores. - Social and Behavioral Sciences 31 (2012).

¹⁶ Hildebrand, D.S.(2008) “The powerful benefits of lifelong learning”

<http://officearrow.com/training/the-powerful-benefits-of-lifelong-learning-oaiur-861/wiew.html>

Nuevos puestos de trabajo son creados constantemente y nuevas posiciones aparecen. Un solicitante cuenta con mayores oportunidades cuando dispone de la titulación y los conocimientos adecuados. Alguien que esté formándose de manera continua está siempre preparado para aprovechar la oportunidad cuando ésta se presente.

Tras este enfoque generalista, se puede abordar el ámbito de la formación en el trabajo (**workplace learning**). Si bien ha existido siempre (piénsese en los gremios y en los aprendices), la nueva era digital, con el cambio continuo asociado a la misma, plantea nuevas oportunidades y retos a las organizaciones y los individuos. En las economías del conocimiento actuales, el factor humano ha sido identificado como un factor crucial para el éxito en las organizaciones¹⁷. La adaptación al cambio se convierte en un aspecto cada vez más importante. Por ello, cada vez más las organizaciones y las instituciones proponen diferentes medios para aumentar la formación de sus miembros, dedicando a dicho proceso parte del propio horario laboral.

En este ámbito, adquiere especial relevancia el denominado **Blended learning**. Se refiere a una aproximación que combina clases presenciales (que pueden realizarse mediante soluciones tecnológicas) junto con trabajos asociados que pueden realizarse a distancia sin necesidad del factor presencial.

Para mantener una ventaja competitiva en un entorno como el actual (identificado por el cambio, la abundancia de información y el cariz tecnológico) la mayoría de las organizaciones está adoptando el E-learning para facilitar la educación permanente y retener a los empleados. El E-learning debe tener en cuenta aspectos individuales y aspectos organizativos¹⁸:

Dentro de los aspectos individuales debe ser capaz de gestionar las diferencias individuales (no puede ofrecerse el mismo enfoque a perfiles muy diferentes), debe ser capaz de proporcionar motivación al estudiante (por ejemplo, con un enfoque práctico orientado al mundo real, no sobrecargándolo de información ni proponiéndole medios para los que no esté preparado) y facilitar la interacción social que permita el intercambio de conocimientos y experiencias.

Dentro de los factores organizacionales destaca el apoyo de la dirección, siendo los líderes de la compañía los que promuevan el aprendizaje. Esto debe suponer un cambio estructural y de cultura de la compañía. Otro aspecto relevante es el correcto diseño de dicha iniciativa. Para mejorar la eficiencia del e-learning se debe diseñar desde un enfoque multiplataforma, donde todo este orientado al refuerzo del mensaje y ofreciendo al estudiante un apoyo personalizado. Por último, también son relevantes los aspectos tecnológicos (sobre qué plataforma se ofrecen y qué requisitos se necesitan) y cómo se ofrecen los contenidos (muchas veces se necesita más un motivador que un mero transmisor de conocimientos).

En el ámbito del e-learning en el ámbito laboral, se prima el aprendizaje práctico orientado a solucionar un problema mediante la acción, o un aprendizaje más reflexivo. Desde el punto de vista de las organizaciones, muchas veces los trabajadores son a la vez profesores y aprendices, por lo que deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar los esquemas de formación.

¹⁷ Harum M. H. 2002, “Integrating E-Learning into the Workplace”. Internet and Higher Education vol 4 no. 3, 2002.

¹⁸ E-learning in Workplaces. Farhad Daneshgar, Christine Van Toorn and Sau Chuen Edwin Chan.

En todo caso, todos aprendemos informalmente cada día, en todos los ámbitos de la vida, y el lugar de trabajo no es una excepción. El aprendizaje informal puede tener lugar tanto de manera intencional, cuando se solicita ayuda a la red de contactos o se busca información para resolver algún problema particular como de manera accidental cuando no se realiza de manera inconsciente. Se conoce también como aprendizaje aleatorio, cuando surge en conversaciones o realizando otro tipo de actividad, en la que accidentalmente encuentras la solución a un determinado problema.

De hecho, esto implica que no siempre se debe unir de manera indisoluble las palabras aprendizaje y formación con estudio y memorización. Muchas veces el propio hecho del aprendizaje va indisolublemente unido al trabajo, lo que ha llevado a Harold Jarche a decir que: *“Trabajar es aprender; Aprender es trabajar.”*¹⁹

Las organizaciones están tratando de formalizar o gestionar el aprendizaje informal. El desarrollo de la tecnología y las herramientas y redes sociales han dado paso al **Social Learning**, que permite construir y adquirir un conocimiento conjunto a través de la colaboración e interacción entre compañeros y directivos de una organización. El paradigma del trabajo inteligente es la llave para la mejora continua y sostenible. El conocimiento que se adquiere en el trabajo y el aprendizaje para un trabajo más inteligente se están convirtiendo en algo indistinguible. El cambio acelerado en los negocios fuerza a todo el mundo en todas las organizaciones a adoptar una elección: Fórmate mientras trabajas o quedarás obsoleto.

Por ello, el aprendizaje social adquiere una relevancia en las organizaciones que buscan como implementarlo. Una estrategia Social Learning debe contar con una tecnología sencilla y accesible, que permita a los usuarios interactuar sin necesidad de contar con conocimientos técnicos especializados. Al igual que ocurre con las redes sociales, la tecnología no debe suponer un problema a la hora de ser un miembro activo en el aprendizaje social.

Las herramientas sociales tienen un gran impacto en nuestra vida, y obviamente se traslada el mismo para el trabajo como para la formación. Tres aspectos son relevantes²⁰:

- La tecnología cada vez es más sencilla ofreciendo cada vez mejores prestaciones
- Los dispositivos de trabajo, personales y los utilizados en formación convergen
- La formación personal está cada vez más bajo el control del individuo

Implementar la formación social no consiste en añadir las redes sociales a los métodos de formación (blended, formal) sino en promover una relación directa entre formadores y trabajadores.

Este nuevo enfoque está cambiando las organizaciones donde cada vez se aprende más mediante ejemplos y soluciones prácticas. Existen diferentes tipos de herramientas que van desde las más abiertas hasta las más controladas por la empresa, con formatos abiertos y propietarios con sus ventajas y desventajas.

¹⁹ <http://www.jarche.com/2009/05/work-is-learning-learning-work/>

²⁰ Social Learning Handbook. Jane Hart.

En la implantación de este enfoque en las organizaciones se debe tener en cuenta que es el individuo quien lo gestiona. Desde las organizaciones se puede favorecer y apoyar pero no controlar frente a los modelos anteriores. Un enfoque más adecuado para este caso, es un enfoque progresivo desde abajo. Se promocionan y favorecen las experiencias colaborativas internas en la compañía que ya existan o vayan surgiendo. El resultado es más satisfactorio si el diseño es espontáneo y no impuesto.

Las herramientas sociales no sólo cambian nuestro enfoque sobre la formación sino como lo aplicamos. En la formación social, los mejores resultados provienen de no intentar dirigir el camino siendo la autonomía el gran motivador del proceso.

3.3 Dónde, las alternativas para la formación del profesional

Anteriormente se han estudiado tanto la razón por la que se precisa la capacitación digital y las tecnologías como las metodologías para la formación de los profesionales en la Sociedad Digital actual. Esta sección se dedica a exponer los diferentes esquemas de formación, tanto reglada como no reglada, que tanto los profesionales digitales, como la ciudadanía en general, pueden utilizar para mejorar su alfabetización digital.

3.3.1 La formación en el ámbito Universitario

Antes de desglosar la oferta Universitaria, es conveniente fijar el marco de cualificaciones actual. La reforma del Espacio Europeo de Educación superior, el llamado proceso de Bolonia, modificó la estructura de titulaciones cambiando de un esquema denominado 3+2 (años) a un esquema de 4+1 (años). En el primero, mediante estudios universitarios de 3 años se alcanzaba el nivel de ingeniero técnico o diplomado (primer ciclo) mientras que mediante estudios universitarios de 5 años se alcanzaba el nivel de ingeniero, licenciado o arquitecto. Actualmente las titulaciones universitarias de grado son de 4 años, y corresponden al nivel de ingeniero técnico, mientras que, si se continúan los estudios durante 1 año adicional (en ocasiones hasta 2) mediante una titulación de máster, se alcanza el nivel de ingeniero²¹. En resumen, el marco de cualificaciones actual es de Grado y Máster, y según los datos del Informe socioprofesional del COIT/AEIT realizado en 2017, 2 de cada 3 estudiantes de Grado en Telecomunicaciones encuestados tiene intención de realizar el Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación habilitante para el ejercicio de la profesión.

Sin embargo, la oferta Universitaria no se limita a Grados y Másteres habilitantes o no. Las Universidades disponen de mecanismos adicionales para la formación de las personas en todo su periodo laboral. De hecho, la mayoría de las Universidades españolas disponen de un servicio de Formación Continua, que está asociado en muchos casos a la Extensión Universitaria o incluso a los servicios de Postgrado.

La formación ofrecida puede ser de dos tipos.

1. Formación reglada oficial: En la que entrarían típicamente los Másteres no Habilitantes
2. Titulaciones/Cursos propios de la Universidad.

²¹ Para ello es necesario cursar un máster habilitante, regulado por la correspondiente orden ministerial, como es la orden CIN 355/2009 para el caso de la ingeniería de telecomunicación.

Desde el punto de vista del profesional digital, esta segunda opción puede resultar muy atractiva. Los cursos “propios” de las Universidades están muy orientados a aspectos específicos de la profesión, con esquemas de impartición modernos y adaptados, y con profesorado muy especializado, siendo, muchas veces, profesionales de empresas de reconocido prestigio. Dependiendo del número de horas del curso, se suelen clasificar en Grados (propios), Másteres (propios), Experto, Especialista, Curso de Formación, siendo estos tres últimos los más interesantes desde el punto de vista de la formación continua del profesional digital.

Por citar algunos ejemplos en el campo de la formación, la Universidad Politécnica de Madrid tiene un curso de Hacking Ético, la Universidad Carlos III un curso de Experto en Economía de los Mercados Regulados, la Universidad de Alcalá un Máster en Internet de las Cosas, o la Universidad Ramon Llull un Posgrado en Ciudades Inteligentes.

Tanto los másteres propios como, en ocasiones en menor medida, los másteres y titulaciones oficiales de las Universidades cuentan con profesionales del mundo de la empresa lo cual les permite tener sensibilidad de las tendencias en el mundo digital para adaptar a ellas sus currículos formativos. Según datos del Informe socioprofesional del COIT/AEIT, un 38,9% de los estudiantes tienen pensado complementar su formación cursando estudios superiores relacionados con la gestión empresarial frente al 27% que centra su interés en contenidos técnicos.

Sin embargo, parecen existir ciertas reticencias por parte de los estudiantes recién egresados a prolongar su formación continua en la Universidad, al menos en su primera etapa de integración en el mundo laboral. Desde los entornos Universitarios se debe hacer un esfuerzo por dar a conocer esta oferta dentro de los entornos profesionales, principalmente empresas, facilitando condiciones (principalmente flexibilización de horarios) para que se pueda garantizar la formación continua.

3.3.2 Formación por Asociaciones y/o Colegios Profesionales

Los Colegios y asociaciones profesionales juegan un papel determinante en la formación continua del profesional TIC. Atentos a las tendencias de mercado deben ser, y son de hecho, sensibles a desarrollar completos programas de capacitación y actualización profesional.

En este sentido el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, referente en cuanto a la formación de profesionales digitales de largo recorrido y altas competencias, ofrece un completo panorama de cursos, tanto en modalidad online como en los diferentes grados de presencialidad, que abordan desde las competencias profesionales (gestión de proyectos) a las telecomunicaciones en todos sus aspectos (ciberseguridad, UAV's, despliegue de redes) o aspectos menos específicos de la profesión como las auditorías energéticas.

Pero también existen otras opciones formativas a nivel asociativo, la Fundación INCYDE (Instituto Cameral para la Creación y Desarrollo de la Empresa) de las Cámaras de Comercio ofrece bajo una “**metodología propia** en continuo desarrollo y adaptada a las necesidades de los emprendedores y empresarios” una completa oferta formativa en aspectos como Internet de las Cosas, Transformación Digital en Sectores Tradicionales o Innovación, transformación

digital y cambio²². En el mismo ámbito, la CEOE-CEPYME tiene un apartado específico de formación, donde se ofertan cursos como Dirección y Gestión de Proyectos Avanzados TI o en Gestión de la Calidad.²³

Estos ejemplos sirven como muestra de que existe en el entorno asociativo profesional un interés por la adecuada capacitación de los profesionales y una oferta suficientemente amplia y variada como para satisfacer la demanda existente.

3.3.3 Formación por las propias empresas y administraciones públicas

En la sección anterior hemos hecho referencia al denominado Workplace Learning como un esquema muy relevante en la formación del profesional digital. Esta formación puede ser autónoma y por lo tanto desarrollada por el propio usuario (en las diversas formas, blended learning, Social learning etc) o proporcionada por las empresas.

Las empresas se están dando cuenta de que en el desarrollo profesional de sus empleados es necesaria la formación continua (sobre todo en las épocas de madurez de sus empleados) como síntoma de valoración profesional, así como de mejora del valor añadido producido por sus empleados²⁴. El informe desarrollado por Randstad en 2016 sobre tendencias en recursos humanos²⁵ indica que el 29 % de los profesionales consideran clave el plan de formación de la empresa en la elección de la empresa para trabajar.

Muchas las grandes empresas tienden a externalizar sus servicios de formación confiándolos/subcontratando a terceras empresas o a instituciones externas. Basta hacer una búsqueda en un navegador web con los términos “formación TIC empresas” para que aparezcan muchas e interesantes opciones. Más complicado parecen tenerlo las PYMES. El informe ePyme indica que sólo el 16.3 % de las PYMES invierte en formación TIC, y este dato cae hasta el 3.1 % en el caso de las microempresas.

La formación de sus empleados es un aspecto clave en empresas consultoras como ACCENTURE que, según su información ha invertido 841 Millones de dólares en formación a sus empleados durante el año 2015 (15 millones de horas de formación, una media de 40 por empleado) o en el entorno más local, Everis que dispone de una Universidad Corporativa. También existen iniciativas multiempresa como la generada por la Fundación Transforma España en el que participan entidades como BBVA, LHH, Rusell Reynolds, Telefónica, la propia Everis, Santander, Iberia o Microsoft.

²² INCYDE, Instituto Cameral para la Creación y Desarrollo de la Empresa, <http://www.incyde.org/oferta-formativa>, fecha de último acceso, 30 de Noviembre de 2017.

²³ CEOE-CEPYME <http://www.ceoeformacion.es/cursos-e-learning/>, fecha de último acceso, 30 de Noviembre de 2017.

²⁴ N. Fernández, “El desarrollo profesional de los trabajadores como ventaja competitiva de las empresas”, Cuadernos de Gestión, Vol 2, Nº 1, 2002

²⁵ Randstat Research, “Informe Randstad de Tendencias de RRHH”, Septiembre 2016.

En el entorno de la empresa y administración pública también se forma al profesional en competencias y capacidades digitales. En concreto el Instituto Nacional de Administración Pública realiza, por ejemplo, acciones formativas en materia de seguridad de las Tecnologías de la Información y comunicaciones, en colaboración con el Centro Criptológico Nacional²⁶.

En conclusión, el profesional tanto del ámbito TIC, que es el que principalmente nos ocupa, como de cualquier otro, puede disponer de metodologías y alternativas para realizar un aprendizaje continuo a lo largo de su vida.

4 El empleo en la Sociedad Digital. Nuevas realidades

4.1 Contexto histórico del avance digital y su relación con el empleo

El ser humano, a lo largo de su historia sobre la faz de la Tierra, ha demostrado siempre un gran afán de superación y de búsqueda de mejora de la situación presente, innato a su condición de homo sapiens.

Las diferentes revoluciones industriales son un fiel reflejo de lo anterior [²⁷ ²⁸]:

1. En la primera revolución industrial (siglos XVIII y XIX), el uso del agua y del motor de vapor permitió la mecanización de la producción.
2. En la segunda revolución industrial (1870-1914), el uso de la energía eléctrica propició el desarrollo de la producción en masa.
3. En la tercera revolución industrial (1980-actualidad), o “revolución digital”, los avances tecnológicos permitieron una evolución desde los dispositivos mecánicos y de electrónica analógica hacia los dispositivos digitales. El ordenador personal, Internet y las tecnologías de la información y de la comunicación, son algunos de los logros alcanzados durante esta tercera revolución industrial.

La “revolución digital” trajo consigo grandes cambios en numerosos aspectos de la sociedad, siendo muy destacados el impacto en el empleo (aumento de la eficiencia y de la productividad laboral gracias al uso de las tecnologías digitales como herramienta de trabajo), la aparición de la sociedad del conocimiento, gracias al despliegue y a la expansión de Internet, o el cambio drástico en la forma de comunicación entre las personas, propiciado por el propio Internet y, más tarde, por la irrupción de las comunicaciones móviles.

4. La cuarta revolución industrial se construye sobre la “revolución digital” y se caracteriza por una fusión de tecnologías que sobrepasan las líneas entre lo físico, lo digital y lo biológico. Estas tecnologías llegan incluso a estar embebidas en las sociedades e, incluso, en el propio cuerpo humano.

²⁶ Instituto Nacional de Administración Pública, <http://www.inap.es/cursos-de-seguridad-tic-en-colaboracion-con-el-ccn>. Fecha de último acceso, 7 de Noviembre de 2017.

²⁷ [The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond, WEF, Enero 2016.](#)

²⁸ [Fourth Industrial Revolution, Wikipedia.](#)

Esta cuarta revolución industrial ya se está produciendo y viene marcada por los avances tecnológicos emergentes en campos como la inteligencia artificial, la robótica, la nanotecnología, el Internet de las cosas (IoT), la impresión 3D, los vehículos autónomos o la computación cuántica.

Al igual que en la tercera revolución industrial, se observan fuertes cambios en la sociedad, especialmente en lo referente al empleo, donde nuevos riesgos y oportunidades llegarán de la mano de la digitalización. Una mayor automatización de las tareas industriales hace vislumbrar una, más que posible, desaparición o transformación masiva de puestos de trabajo junto con la aparición de otros nuevos asociados a las nuevas tecnologías emergentes.

Queda, pues, históricamente constatada la estrecha relación entre la aparición de la tecnología digital y su imparable avance a lo largo de los años, y la llegada de cambios profundos en diferentes aspectos de la sociedad, destacando, entre ellos, el empleo.

4.2 Análisis de los temores sociales más relevantes sobre el avance digital en el área del empleo

Este apartado comienza con la constatación de una incertidumbre: todo el universo de expertos está de acuerdo en que la digitalización, en su más amplio uso del concepto, tendrá incidencia sobre el empleo del futuro, pero en lo que no existe acuerdo es, en sí está última supondrá la desaparición del trabajo entendido como el más extendido de los paradigmas actuales (jornada completa, principal sustento vital, un único empleador en un entorno que no es el único empleado) o una transformación sustancial del mismo, en la línea de otras revoluciones tecnológicas previas.

Es, a partir de las siguientes líneas, donde se quiere hacer un análisis con cierto detalle sobre los temores que emergen de los tres conceptos que rodean al mundo del trabajo según el paradigma antes explicitado.

Y es que las dudas están ahí: si el trabajo no es único, ni a tiempo completo, ni supone el principal sustento vital, las incertidumbres que se generan sobre el individuo son tantas y cruzadas que provocan que uno de los principales *drivers* de la transformación de la sociedad, y por ende, del empleo, sea visto cómo un riesgo y no como una oportunidad, dando lugar a principios de actitudes luditas que, como se pretende demostrar en las líneas siguientes, no tienen justificación práctica.

La tecnología en general, y la digital en particular, vienen a servir al ser humano, no a encadenarlo ni condenarlo a una vida de miseria. Es, a través del uso correcto de la misma, con sus principios éticos y sus instituciones, donde los efectos sobre los perdedores pueden diluirse e incluso desaparecer.

a) La existencia de suficiente empleo tras la implementación de avances digitales

Esta es la causa más destacada de preocupación según se va avanzando en el desarrollo de la sociedad digital, y es la que está generando propuestas más atrevidas alrededor de las políticas públicas (uno de los ejemplos más claros, la renta universal, que ya se ha puesto en marcha, en forma de piloto, en algunos países²⁹).

En este punto en particular, se parte de las diferentes aproximaciones de diversos autores anglosajones, unos que se podrían situar en el área del pesimismo, con una visión de que la digitalización progresiva, al contrario que otras revoluciones tecnológicas, no supone un incremento de productividad que se vaya a transmitir al resto de la sociedad y supondrá una destrucción en masa de empleo, y, por otro lado, autores más optimistas, que basándose en el recorrido histórico y en que los métodos establecidos no miden correctamente la productividad actual, opinan que existe un periodo de destrucción creativa con posterior transmisión de los efectos de la productividad a toda la economía y por ende, al empleo.

En el área de los pesimistas, se sitúan Erik Brynjolfsson, Andrew MacAfee³⁰, Carl Frey, Michael Osborne³¹, Frank Rieger o Constanze Kurz³², en tanto que, en el área de los optimistas, encontramos autores como David Autor³³, James Bessen³⁴ o la propia OCDE y las investigaciones que ha propuesto al respecto³⁵.

Es de destacar que ambas familias de autores no minimizan el impacto de la digitalización sobre el empleo. Al contrario, existe consenso en que el empleo quedará afectado por la digitalización. Sin embargo, la diferencia se encuentra en que, mientras los autores más pesimistas piensan que el impacto digital será sobre el empleo, entendido este como un total agregado; los otros autores, más en la órbita optimista, se orientan hacia una desagregación de las tareas que supone un trabajo, y las habilidades que requieren dichas tareas para que la ejecución del mismo sea satisfactoria. Y es en el análisis de dichas tareas y su relación con la digitalización, donde los impactos son más obvios.

Si se analiza el estudio del World Economic Forum, de enero de 2016³⁶, que parte de las opiniones de directores de recursos humanos de empresas líderes a nivel mundial y con presencia en diferentes regiones del planeta, se obtienen una serie de apreciaciones importantes.

²⁹ Se han implantado pilotos en Canadá, Finlandia u Holanda:

https://cronicaglobal.elespanol.com/economia/politica-economia/canada-prueba-la-renta-basica-universal_71930_102.html

http://cadenaser.com/ser/2017/06/23/internacional/1498218990_335591.html

<http://www.eleconomista.es/economia/noticias/6912009/08/15/Cuarenta-municipios-holandeses-planean-experimentar-con-la-renta-basica-universal.html>

³⁰ “The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, Brynjolfsson” MacAfee, 2014

³¹ “The future of employment: How susceptible are jobs to Computerization” Frey, Osborne, 2013

³² “Arbeitsfrei” Kurz, Rieger, 2013

³³ “Why are there still so many Jobs? The History and Future of Workplace Automation” Autor, 2015

³⁴ “How computer automation affects occupations: Technology, Jobs and Skills” Bessen, 2016

³⁵ “The risk of automation for Jobs in OECD countries: A comparative analysis” Arntz, Gregory y Ziehran, 2016

³⁶ “The future of Jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth Industrial Revolution” WEF, 2016

En primer lugar, el impacto de los *drivers* digitales más importantes se espera que suponga un impacto compuesto de crecimiento del empleo superior al 2 % en toda la economía mundial hasta el año 2020. Hay que tener en cuenta que este impacto se repartirá por toda la economía. Pero más destacado aún que el impacto compuesto, es el impacto de cada uno de sus componentes, sólo aportando negativamente a este crecimiento del empleo dos *drivers* tecnológicos (la fabricación avanzada o la inteligencia artificial).

Sin embargo, en documentos elaborados sobre la inteligencia artificial³⁷, por la Administración Obama, y sobre la robotización de la industria³⁸, realizado a instancias de la Unión Europea, dejan entrever, por un lado, que el uso de la inteligencia artificial desplaza el empleo hacia otras áreas donde el trabajo es necesario, en tanto en cuanto, la robotización de la industria implica, con datos reales, que aquellas regiones con mayor uso de robots, tienden a una deslocalización menor de sus centros de producción, con lo cual, se podría intuir que el impacto en el empleo directo podría ser negativo, pero no tanto así en el empleo indirecto que se crea asociado al uso de tales tecnologías.

Repasando de nuevo el estudio del World Economic Forum, cabe destacar que, si se analiza por familias de empleos, el impacto de la tecnología no es igual en todas ellas. Como se puede observar en los datos recogidos en dicho estudio, la previsión del impacto de las tecnologías digitales es claramente positiva en la familia de trabajos ligados a la computación, matemáticas, ingeniería o gestión (los STEM más los de gestión), neutra en la familia de ventas y claramente negativa para todos los demás (desde los mantenimientos hasta los trabajos administrativos, con especial incidencia en estos últimos).

Por sectores, todos son favorecidos por el uso tecnológico, exceptuando el sanitario, donde se considera que el uso de las tecnologías de Cloud Computing pueden suponer reducciones en el empleo, ligado sobre todo al uso de la telemedicina. Especialmente favorable son las previsiones para las TICs y los servicios profesionales, con previsiones de crecimiento del 2,91% y del 2,45%.

Por tanto, parece deducirse de estas previsiones, así como de la historia de la economía mundial, que la escasez de empleo no se encuentra en la perspectiva del futuro del empleo, sino que más bien, lo que se producirá una vez más, es una reorientación de las categorías profesionales y sectores que trasladarán las mejoras de productividad tecnológicas obtenidas a lo largo de toda la economía.

b) La (in)capacidad de adaptación tecnológica

Del anterior apartado, puede observarse que, en general, la previsión de los organismos internacionales sobre el impacto de la digitalización en el empleo no es negativa, pero no se debe olvidar que lo que se está haciendo es una previsión sobre cifras globales.

³⁷ “Artificial intelligence, Automation and Economy” Executive Office of the President of USA, 2016

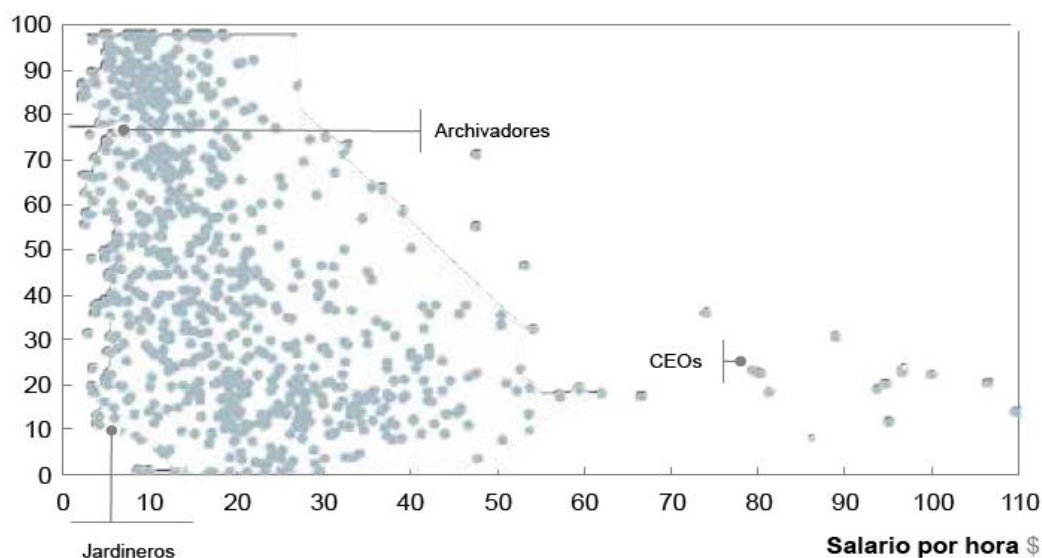
³⁸ “Analysis of the impact of robotic systems on employment in the European Union” Fraunhofer ISI, 2015

No existe ninguna duda acerca de que la digitalización vaya a tener efecto sobre todo tipo de empleo, en mayor o menor profundidad, pero todos van a sufrir cambios. Y como muestra, puede observarse la Figura 5, obtenida del estudio realizado por McKinsey, en julio de 2017³⁹.

A partir de dicho estudio puede observarse que la automatización afecta a todos los sectores, con un menor efecto cuanto más alto sea el salario, lo cual tiene relación con unas determinadas habilidades, que no son exclusivamente de tipo computacional o matemático, sino también habilidades más ligadas al modo de trabajar por objetivos o bien a trabajar de manera creativa, las cuales son claves en el desarrollo de la sociedad digital.

Simplificando la afirmación anterior, nadie sustituirá a su director financiero por un programa en la nube, pero, sin embargo, es muy probable que todos los administrativos que se necesitan para gestionar adecuadamente la oficina de ventas de una PYME, se vean reducidos, en un porcentaje importante, salvo que sean capaces de adaptar sus puestos de trabajo a los nuevos conocimientos y habilidades que requiere la compañía en la economía digital.

Automatización¹



¹ Nuestro análisis está hecho a un nivel "detallado" de tareas según la dicción de O*NET, un programa patrocinada por el US Department of labor, employment of Laboral, Employment and Training Administration

FUENTE: US Bureau of Labor Statistics: a future that Works automation, employment, and productivity, McKinsey Global Institute, Enero 2017

Figura 5 Automatización vs Salario

Por lo tanto, puede parecer que se esté ante un riesgo muy real: la incapacidad de adaptación tecnológica. Sin embargo, si se repasa al informe del World Economic Forum, que se ha citado anteriormente⁴⁰, se observa que la previsión de la demanda por parte de los departamentos de recursos humanos de habilidades técnicas o sistémicas requeridas a los empleados, no va a cambiar de manera sustancial, manteniéndose estables. Lo que si se va a producir, es un salto en las habilidades cognitivas, entendidas estas como:

³⁹ “La reinención digital: una oportunidad para España” COTEC. 2017

⁴⁰ “The future of Jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth Industrial Revolution” WEF, 2016

- Flexibilidad
- Creatividad
- Razonamiento lógico
- Comprensión de problemas
- Razonamiento matemático
- Visualización

Los requerimientos no van ligados, por tanto, al conocimiento de ciertas tecnologías en particular, sino a entender la tecnología como una herramienta para mejorar el trabajo. Los nuevos puestos de trabajo requieren menos capacidades repetitivas y más capacidades analíticas.

Dicho lo anterior, si bien es cierto que esas son las capacidades que más se requerirán en el futuro, también es absolutamente cierto que capacidades ligadas a la resolución compleja de problemas, las habilidades sociales y las habilidades ligadas a procesos van a continuar ocupando el podio de las habilidades requeridas para ejercer puestos de trabajo de valor añadido. Esto implica que, ciertas habilidades digitales, en el futuro más próximo, se van a dar por conocidas antes de entrar al mercado de trabajo, en una equivalencia paralela a la capacidad y comprensión lectora que se dan por conocidas en cualquier oferta de trabajo en el momento actual.

Es interesante destacar en este punto, lo que la Unión Europea, a través de su índice sintético para la evaluación de las habilidades digitales, considera como habilidades básicas o habilidades avanzadas⁴¹. A modo de pequeño ejemplo, un ciudadano tiene habilidades básicas digitales si es capaz de:

- Obtener información de la web de un organismo público.
- Enviar y recibir correos electrónicos.
- Instalar software y aplicaciones.
- Operar con su banco de manera online.
- Usar procesadores de textos, presentaciones y software para editar fotos.

En España, según los datos del último DESI 2017⁴², el 53 % de los ciudadanos eran capaces de cubrir estas capacidades o similares. Parece evidente que el riesgo que se corre en este punto no está en el salto que se producirá en el futuro, sino también del escalón de partida, por lo que parece evidente que reforzar estas áreas, así como la educación para toda la vida, pueden minorar el riesgo que supone la incapacidad de adaptación tecnológica.

⁴¹ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/new-comprehensive-digital-skills-indicator>

⁴² <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-economy-and-society-index-desi-2017>

c) La pérdida o ausencia de capacidad de negociación

Un problema bastante estudiado dentro de la disrupción tecnológica, es el riesgo por el cual el primero que llega, se impone como fuerza monopolística fijando las condiciones del mercado, tanto a clientes como a proveedores, incluyendo en dicha categoría a los empleados.

Para evitar que se produzca esta situación, juegan un papel primordial las instituciones, entendidas de la más manera amplia: Gobiernos, organismos de regulación y agentes sociales (empresarios y sindicatos).

Si nos vamos al tema que da título a este apartado, el problema de la capacidad de negociación aparece, principalmente, por dos causas: en primer lugar, la deslocalización del trabajo. En la economía digital, una parte importante de las tareas que conforman el trabajo no se tienen que hacer en un centro de trabajo fijo, sino que pueden realizarse remotamente desde cualquier punto, idealmente desde la casa del empleado, con lo cual la relación con el compañero de puesto de trabajo se diluye, hasta el punto de prácticamente desaparecer.

La segunda causa es la flexibilidad requerida. La vieja dinámica de la línea de producción continua desaparece, apareciendo unos requerimientos de recursos productivos que son elásticos en el tiempo, lo cual requiere de la fuerza de trabajo relaciones con diferentes productores, o bien con jornadas desiguales y flexibles en el tiempo.

La combinación de estas dos causas, junto con un desconocimiento claro de cómo se conforma el precio de una unidad de producción (¿por qué un viaje de Uber cuesta menos que un taxi para un trayecto al aeropuerto?), conforma un poder superior en la imposición de las condiciones de trabajo por parte del contratista sobre el contratado, cuestión que por la primera causa (¿quién es mi compañero de trabajo?), deja en posición de debilidad al trabajador.

La literatura clásica indica que, para un mercado de trabajo equilibrado y eficiente, ninguno de los dos agentes, empleador y empleado, deben tener una componente de superioridad el uno sobre el otro, por lo que, la actuación de los poderes públicos, como antes se citaba, es clave, logrando que no se produzcan figuras de dominación por el empleador ni que el potencial crecimiento de las empresas innovadoras quede detenido por una regulación que no tenga el fenómeno digital.

En este punto es importante tener en cuenta alguna de las propuestas recogidas en “Towards a fairer Gig Economy”⁴³, editado en este año 2017 por Mark Graham y Joe Shaw, profesores del Oxford Internet Institute. Dicho manifiesto, además de recoger ciertas experiencias del nuevo modelo alrededor del mundo de la Gig Economy, plantea ciertas cuestiones de cómo los consumidores pueden ayudar (y en algunos casos, forzar) para que la incapacidad de negociación no sea un peligro real:

- Presionar a las compañías que nos ofrezcan los servicios a través de trabajadores, para que estos últimos reciban un salario justo.

⁴³ <https://www.oii.ox.ac.uk/blog/towards-a-fairer-gig-economy/>

- Crear organismos, estilo Autocontrol⁴⁴, que aseguren por parte de las plataformas, que se ofrezcan unas condiciones justas a los trabajadores que forman parte de las mismas, al tiempo que, no se potencie la competencia desleal entre los mismos actores de un sector.
- Fijar unas condiciones a la plataforma, de tal manera que se respete la legislación del país donde ofrecen el servicio.

Sin embargo, las aportaciones recogidas en ese manifiesto, se orientan mayoritariamente al punto de vista de trabajador dependiente o muy dependiente de la plataforma, siendo esta su única (o casi única) fuente de ingresos.

No se debe olvidar que las plataformas no nacieron, en su mayoría, para que hubiese trabajadores absolutamente dependientes de ellas. Muchas de ellas, ligadas a la economía colaborativa, entendida esta de manera amplia, se plantearon como un mediador entre recursos ociosos y necesidades de demandas puntuales. Y este tipo de plataformas no requiere empleados a tiempo completo, sino más bien empleados dispuestos a elegir qué trabajo quieren hacer (y en esto coinciden con las ideas recogidas en el manifiesto anteriormente citado, reclamando la posibilidad de elegir o rechazar una determinada tarea o trabajo), y que por tanto no pueden estar regulados por las mismas leyes planteadas para el trabajo a tiempo completo.

En este punto, parece interesante fijarse en algunas de las conclusiones planteadas por Govup y Adigital en su estudio de julio 2017, “Trabajo en plataformas digitales: análisis y propuesta de regulación”⁴⁵:

- Modelos mixtos de relación laboral, donde se contemplen tanto las relaciones laborales clásicas como las de un proveedor externo.
- Delimitación clara de las relaciones existentes, para mejor seguridad jurídica de todos los afectados: contratista/trabajador, contratante y usuario.
- Definiciones salario mínimo y ajuste de las horas de trabajo diarias.
- Definir la protección social, seguros de salud y responsabilidad de daños, extendiendo las medidas de protección a aquellos que no tienen una contratación permanente y estable con el contratista.
- Implantar medidas de protección de la intimidad y no discriminación.

En resumen, se deduce que es fundamental la actuación de las instituciones, promoviendo la protección de todos los agentes de la cadena, especialmente los más débiles, y mediando entre los intereses de ambas partes involucradas (contratante y empleado-contratista). El método de actuación, lógicamente, es mediante una correcta reforma o interpretación de la legislación actual para afrontar el nuevo paradigma digital, de manera que se obtendrán resultados que reducirán en gran medida el riesgo de incapacidad de negociación para los empleados-contratistas.

⁴⁴ <http://www.autocontrol.es/>

⁴⁵ <http://www.europapress.es/economia/macroeconomia-00338/noticia-adigital-reclama-adaptacion-marco-normativo-laboral-plataformas-digitales-20170718150729.html>

4.3 Visiones del fenómeno digital y su relación con el empleo

En este apartado se pretende hacer un recorrido sobre la visión del fenómeno digital y el empleo que se tiene en los principales países del entorno económico español, así como la propia España, no tanto desde el punto de vista académico, sino más bien desde el punto de vista de los entes gubernamentales que se han puesto a la tarea mediante el análisis de las situaciones existentes y posteriores propuestas al respecto.

Hay que indicar que este fenómeno ha producido una mayor preocupación en los países anglosajones, particularmente en EE.UU. y Gran Bretaña, donde el movimiento académico e institucional alrededor ha producido la mayor parte de la literatura conocida.

Fuera de este entorno, Alemania ha estado trabajando al respecto para elevar una serie de propuestas legislativas al Parlamento, aunque los cambios de gobierno que se producirán tras las elecciones federales de 2017 pueden dejar estas propuestas pendientes de desarrollo.

a) Reino Unido

La orientación de los estudios del fenómeno digital que ocupan el presente capítulo en el Reino Unido, han ido más ligados al efecto que han tenido las plataformas sobre el mundo del trabajo, que sobre el impacto que la digitalización produce directamente sobre la cantidad del empleo presente en la economía.

Si bien es cierto que uno de los primeros estudios relativamente bien fundamentados⁴⁶ y que ligaba la digitalización con la destrucción de empleo, proviene de la Universidad de Oxford, las acciones y propuestas políticas se han movido más bien alrededor de cómo articular las relaciones entre el empleado/contratista y la plataforma, así como sus efectos colaterales sobre los usuarios.

En Julio de 2017, el Gobierno británico hizo público un estudio⁴⁷, liderado por Matthew Taylor, ex asesor del premier Blair, llamado “Good work: the Taylor review of Modern Working Practices”. La estrategia británica de este documento recomienda siete pasos para obtener el objetivo del trabajo decente:

- Implantar los mismos principios (derechos, responsabilidades y protección) para cualquier clase de empleo, equilibrando las cargas fiscales sobre toda clase de empleo, reforzando los derechos de los autónomos y buscando una nueva regulación más inteligente y ligada a los cambios tecnológicos.
- Convertir a los trabajadores de las plataformas en contratistas dependientes, asegurando sus derechos y separándolos de la figura del autónomo.
- Reforzar las figuras no salariales del contratista dependiente, evitando su marginación sobre el empleado clásico.

⁴⁶ “The future of employment: How susceptible are jobs to Computerization” Frey, Osbourne, 2013

⁴⁷ https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/627671/good-work-taylor-review-modern-working-practices-rg.pdf

- Mejorar la gobernanza corporativa de las plataformas, y de estas últimas con sus trabajadores, evitando concentrar el foco sobre la legislación.
- Incrementar, por interés de la mejora económica, las perspectivas futuras de trabajo, mejorando las capacidades de los trabajadores.
- Transformar, mediante el acuerdo con todas las partes (trabajadores, empresas y gobierno), el puesto de trabajo en saludable.
- Aumentar, mediante políticas estratégicas y planes sectoriales, la capacidad adquisitiva de los empleados para superar las limitaciones en el desarrollo vital que ofrece la figura del salario mínimo.

b) EE.UU.

En EE.UU., aun existiendo una importante preocupación por el trabajo sobre las plataformas, el principal motivo de estudio ha estado más orientado hacia la cantidad de empleos que se podrían perder en torno a la digitalización.

A este respecto, es resaltable el estudio (ya citado anteriormente) realizado por la Oficina del Presidente de los Estados Unidos, en Diciembre de 2016, al final del mandato del Presidente Obama, llamado “Artificial Intelligence, Automation, and the Economy”. Entre los firmantes de este informe se encontraban: la CTO de los Estados Unidos, Megan Smith, el director de la oficina para política científica y tecnológica, John P. Holdren o el director del Consejo Económico Nacional, Jeffrey Zients.

El amplio informe, no sólo contempla el impacto de la tecnología sobre el empleo, sino a lo largo y ancho de la economía, y hace una comparación histórica con otros momentos de disrupción, buscando puntos en común y diferencias entre esta etapa y la anterior.

Cabe destacar la importancia que fija en las instituciones como garantes de que el conocimiento, la tecnología y la productividad asociada lleguen a toda la población. También es de resaltar la caracterización que hace de los empleos del futuro ligados a la tecnología digital (particularizado en la Inteligencia Artificial, pero extensible al resto de tecnologías digitales). A su entender tendrán alguna de las siguientes características:

- Comprometidos con la tecnología, hasta su comprensión más profunda.
- Con la capacidad de transformar la tecnología sobre la que operan mediante el desarrollo de la misma.
- Con la habilidad de supervisar y revisar los resultados que ofrezca la tecnología
- Con la inteligencia suficiente para responder ante los cambios de paradigma.

c) Unión Europea

Respecto a la Unión Europea y el Parlamento Europeo, debemos separar dos elementos. Por un lado, la propia Comisión, que ha fijado como clave dentro de sus líneas estratégicas, la potenciación de la digitalización en Europa, para lograr un mejor y más amplio crecimiento. Como consecuencia de esta apuesta, se han lanzado y potenciado estudios y propuestas relacionadas con los efectos de la sociedad digital sobre la ciudadanía europea. A este respecto, es importante poner en valor varios documentos, entre ellos el ya citado anteriormente

“Analysis of the impact of robotics on employment on the European Union”, del año 2015, que, sin llegar a conclusiones definitivas, sí que destacaba que en las regiones donde más se utilizaba la tecnología robótica, base de la Industria 4.0 o conectada, menos deslocalización se producía.

Por otro lado, desde el Parlamento Europeo, en febrero de 2017, se articuló una propuesta que insta a establecer normas europeas comunes para toda la Unión, donde se potencien el desarrollo de la robótica y la inteligencia artificial, para que, al mismo tiempo que se garanticen niveles equiparables de seguridad y estándares éticos, se recojan las responsabilidades de cada uno de los actores en el uso de la tecnología.⁴⁸

Asimismo, es interesante destacar un estudio del Parlamento Europeo del año 2016⁴⁹ y un informe de la Comisión Europea⁵⁰, centrados en las plataformas en línea y en la economía colaborativa, que fijaban entre sus propuestas reforzar, mediante la implantación de salarios mínimos y estándares de seguridad laboral, una serie de políticas que combatieran la precariedad de los trabajadores dependientes de las plataformas, al tiempo que se instaba a la colaboración institucional entre gobiernos y plataformas para el seguimiento y cumplimiento de las normas fiscales y laborales de los trabajadores o contratistas dependientes.

También, a parte de las Instituciones europeas, los distintos países de la Unión, como responsables de implantación de las políticas laborales, se encuentran con la necesidad de dar respuesta directa a sus preocupaciones nacionales.

Aunque existen diferentes propuestas públicas al respecto, los trabajos más avanzados alrededor del empleo en la sociedad digital han sido los elaborados desde Gobierno Alemán, quien, a través de un proceso abierto a la sociedad germana, ha elaborado dos documentos: el Libro Verde sobre el trabajo 4.0 (trabajo previo)⁵¹, de Junio de 2015, y, el más actual, Libro Blanco sobre el trabajo 4.0⁵², de Marzo de 2017, ya con propuestas de acción, entre las que cabe destacar:

- Implicar a las instituciones en la regulación de las nuevas formas de empleo, garantizando mediante la acción pública y el acuerdo entre los agentes, ingresos acordes para una vida digna y la protección social.
- Garantizar la seguridad y anonimato en el uso de las tecnologías, y especialmente del Big Data, para que no se produzca discriminación alguna en las relaciones laborales.
- Ayudar a las empresas en su reorganización ligada a la digitalización, de manera que las relaciones laborales no supongan una penalización en la necesaria transformación y adaptación del tejido productivo a los nuevos paradigmas.

⁴⁸ <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+COMPARL+PE-582.443+01+DOC+PDF+V0//ES>

⁴⁹ “The situation of workers in the collaborative economy” Parlamento Europeo, 2016.

⁵⁰ “The future of work in the Sharing Economy. Market Efficiency and Equitable Opportunities or Unfair Precaritation?” European Commission. JRC, 2016

⁵¹ http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/arbeiten-4-0-green-paper.pdf?__blob=publicationFile&v=2

⁵² http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/EN/PDF-Publikationen/a883-white-paper.pdf?__blob=publicationFile&v=3

- Adaptar la legislación para que, simultáneamente a que se produzca una adaptación de las normas e instituciones al paradigma digital, se garantice un estado de bienestar similar al que existe actualmente en Alemania.

d) España

En España, aún no se ha afrontado con la debida profundidad esta área de la sociedad y economía digital. Desde el punto de vista de las relaciones laborales en las plataformas, aunque desde ciertas asociaciones profesionales como Adigital⁵³, se tenía alguna esperanza de que la ley de autónomos (Ley de reformas urgentes del trabajo autónomo⁵⁴) recogiera algunas de sus propuestas para asegurar flexibilidad en relación con la figura del contratista a tiempo parcial (por ejemplo, mediante una cuota de seguridad social asociada a los ingresos o un mínimo exento de la misma), dichas propuestas finalmente no se han recogido en el texto final de la ley.

En el área del refuerzo de las competencias digitales, el Plan Nacional de Reformas del año 2017⁵⁵, recoge entre sus objetivos el de mejorar la capacitación digital de los docentes (en diciembre de 2016 se aprobó el Marco de Competencia Digital Docente), programa que se encuentra en marcha y cuyo objetivo final es la mejora de las competencias digitales de la población española. Adicionalmente, durante el desarrollo de la Agenda Digital para España (2013-2015) se puso en marcha el Programa “Profesionales Digitales Empleo Joven”, con 20 millones de euros de dotación.

4.4 Prospectiva del empleo en la sociedad digital

a) La necesaria transición hacia el futuro digital

En el panorama actual, donde el avance tecnológico se está produciendo a muy alta velocidad, la sociedad en general (empresas, administraciones públicas, universidades, las “personas”, etc.) debe moverse y adaptarse sin miedo a un futuro donde los expertos auguran que las tareas laborales, los servicios ofrecidos por las empresas, la manera de realizar las tareas cotidianas del día a día, etc. cambiarán drásticamente de como se conocen actualmente.

Según dichos expertos, procesos y tareas tenderán a ser más simples, desde el punto de vista de su gestión, y más eficientes, en cuanto al uso de los recursos disponibles para su realización. En cuanto a los servicios, la experiencia de usuario será más rica, atractiva, realista y personalizada.

La transición hacia el “futuro digital”, “transformación digital” o “digitalización” a secas, requiere una fuerte inversión en ciertas tecnologías comunes que ya guían y facilitan el camino hacia la adopción de la “digitalización” en otros países pioneros o con mayor tradición a la adaptación y al cambio tecnológico que la propia España⁵⁶, como son Estados Unidos, Gran Bretaña, Suecia u Holanda⁵⁷, por citar algunos.

⁵³ <http://www.europapress.es/economia/macroeconomia-00338/noticia-adigital-reclama-adaptacion-marco-normativo-laboral-plataformas-digitales-20170718150729.html>

⁵⁴ http://www.congreso.es/public_oficiales/L12/CONG/BOCG/B/BOCG-12-B-56-5.PDF

⁵⁵ http://www.mineco.gob.es/stfls/mineco/comun/pdf/170503_np_reformas.pdf

⁵⁶ Un safari digital para poner a España en la ‘pole’ de la transformación, “Retina, El País”, Oct. 2017.

⁵⁷ Digital Economic Opportunity in Spain: How Digitalization may boost the Spanish Economy, Accenture, Sep. 2017.

Estas tecnologías comunes [⁵⁸,⁵⁹] son, entre otras, las siguientes:

- Cloud Computing o computación en la nube.
- AI (Artificial Intelligence) o inteligencia artificial.
- ML (Machine Learning)
- Big Data
- IoT (Internet of Things)

Según el estudio “2016 Digital Economic Opportunity Index” realizado por Accenture y Oxford Economics, en 2016, España se encuentra en la posición número 11 de los 14 países bajo estudio, sólo por delante de Italia, China y Brasil.

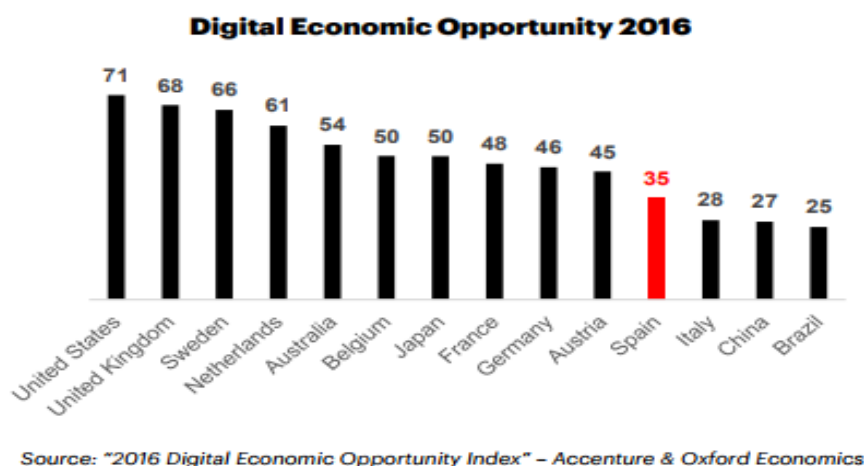


Figura 6 Comparativa del índice DEO (Digital Economic Opportunity).

Este distanciamiento respecto a los líderes que se encuentran a la cabeza de la transformación digital (Estados Unidos y Gran Bretaña) se debe, principalmente, a un déficit de inversión en sistemas de IT, donde muchas compañías cuentan aún con modelos obsoletos y costosos⁶⁰. Adicionalmente, otros factores que influyen en una digitalización más lenta son la resistencia a la digitalización por parte de ciertas organizaciones, la existencia de ecosistemas de innovación débiles, marcos regulatorios ineficientes o inadaptados a las necesidades actuales, o la fuerte influencia en la economía de negocios que aún utilizan tecnologías heredadas (*legacy*).

Según el índice DEO (*Digital Economic Opportunity*), generado para el mencionado estudio⁶¹, la posición que cada país ocupa en la Figura 6, no sólo refleja una medida de su digitalización actual sino, aún más importante, de la oportunidad económica que representa la transformación digital. Por ejemplo, si España fuera capaz de alcanzar el liderato en términos del índice DEO, para 2021, se estaría aportando 40.000 millones de euros al producto interior bruto (PIB) español⁶².

⁵⁸ [Digital Economic Opportunity in Spain: How Digitalization may boost the Spanish Economy, Accenture, Sep. 2017.](#)

⁵⁹ Las tecnologías que cambian tus negocios, “Retina, El País”, Oct. 2017.

⁶⁰ [Digital Economic Opportunity in Spain: How Digitalization may boost the Spanish Economy, Accenture, Sep. 2017.](#)

⁶¹ Estudio “2016 Digital Economic Opportunity Index”, realizado por Accenture y Oxford Economics en el año 2016.

⁶² [Un safari digital para poner a España en la ‘pole’ de la transformación, “Retina, El País”, Oct. 2017.](#)

Por lo tanto, la principal conclusión que se extrae del mencionado estudio presentado por Accenture, es que la aceleración de la transformación digital será vital para las economías de todos los países del mundo, a medio y a largo plazo, dirigiendo el timón hacia una cercana, innegable y, cada vez más denominada, futura 4ª Revolución Industrial [63, 64].

b) El trabajo en la sociedad plenamente digital

La transformación digital traerá consigo un gran número de cambios y comportamientos en todos los aspectos de la vida de las personas, siendo el mundo laboral, según los expertos, uno de los más afectados.

Con la digitalización, se prevén importantes ganancias en eficiencia y en productividad en la provisión de productos y servicios, algo que conllevará a una disminución del coste económico de los mismos. Pero, además, según destacan los economistas Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee, la digitalización traerá consigo, potencialmente, una mayor desigualdad económica con motivo de una mayor automatización de tareas realizadas actualmente por mano de obra humana⁶⁵. Dichos economistas auguran un mercado laboral segregado en dos grandes segmentos:

- 1) Segmento de trabajos de baja cualificación y baja remuneración.
- 2) Segmento de trabajos de alta cualificación y alta remuneración.

Esta misma segregación del mercado laboral se menciona en el Libro Verde sobre el trabajo 4.0, “Green Paper Work 4.0”, del Ministerio social y de trabajo de Alemania, de Junio del 2015. En dicha publicación se refleja la preocupación de Alemania respecto a los cambios que la digitalización en la industria, renombrada como “industria 4.0”, traerá consigo en el modelo de innovación a seguir, ya que se vislumbra una competición entre el modelo de innovación tradicional, altamente extendido en Alemania, de mejora continua de los productos y servicios existentes, y el modelo de innovación disruptivo, fomentado desde el Silicon Valley, que busca cambios radicales en los sectores económicos correspondientes.

La preocupación se acentúa en aquellos sectores industriales en los que Alemania ha liderado tradicionalmente: la ingeniería mecánica y la producción de vehículos. Según la publicación alemana⁶⁶, será un escenario de nuevas oportunidades pero también de numerosos riesgos, donde grandes empresas tecnológicas tenderán a introducirse también en el terreno de la producción industrial gracias a dicha transformación digital (véase el llamado movimiento de los “Makers”⁶⁷). El mencionado estudio⁶⁸ también destaca la aparición de nuevos procesos como el del “crowdworking”, que consiste en distribuir trabajo, generalmente desglosado en pequeñas tareas que son realizadas por “crowdworkers”, vía plataformas digitales. Dichas tareas son asignadas a empleados de la propia compañía (“crowdworking” interno) o a compañías externas (“crowdworking” externo), que a veces son unipersonales (autónomos o “freelancers”), y que trabajan para varios clientes a nivel mundial.

⁶³ [The countries leading the fourth industrial revolution, BBVA, Oct. 2017.](#)

⁶⁴ [The 10 countries best prepared for the new digital economy, WEF \(World Economic Forum\), Jul. 2016.](#)

⁶⁵ [The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond, WEF, Enero 2016.](#)

⁶⁶ [Green Book Work 4.0, Federal Ministry of Labour and Social Affairs, Junio 2015.](#)

⁶⁷ Makers: The New Industrial Revolution, Chris Anderson, Oct. 2012.

⁶⁸ [Green Book Work 4.0, Federal Ministry of Labour and Social Affairs, Junio 2015..](#)

Como se indicó anteriormente, la transformación digital llevará de la mano un crecimiento económico muy sustancial. De hecho, según la publicación “How AI Boosts Industry Profits and Innovation”, de Mark Purdy and Paul Daugherty, de Junio de 2017, la incorporación de la inteligencia artificial (AI o *Artificial Intelligence*) en el trabajo, podría aumentar la rentabilidad de las empresas en promedio hasta un 38% para el año 2035 (ver Figura 7).

Purdy y Dauherty también destacan en su estudio⁶⁹ que, para una correcta incorporación de la inteligencia artificial al trabajo de las organizaciones se deberá adoptar una mentalidad de “las personas primero”, ya que serán éstas, la clave de la transformación digital.

Del mismo estudio se extrae la conclusión de que el uso de la inteligencia artificial en el trabajo aumentará la productividad de la mano de obra hasta un 40%, permitiendo a las personas un uso más eficiente de su tiempo libre⁷⁰.

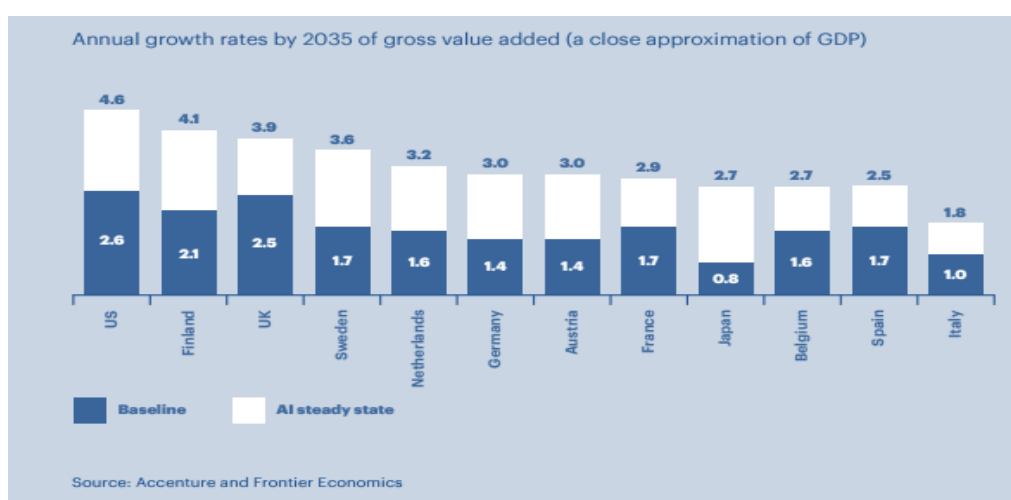


Figura 7 Tasas de crecimiento anual, en el año 2035, con y sin implantación de la inteligencia artificial en el trabajo.

Por lo tanto, el futuro digital dibuja un mundo laboral donde, debido a una mayor automatización de las tareas, se perderán puestos de trabajo, especialmente de carácter rutinario-intensivo y de complejidad media, pero donde, a la vez, aparecerán nuevas ocupaciones que requerirán unas habilidades tecnológicas cada vez más avanzadas⁷¹. Este panorama, por tanto, puede hacer más profunda la división del mercado laboral en los segmentos de alta y baja cualificación, antes mencionados, con el posible aumento de las tensiones sociales⁷². Las eficiencias en la producción no sólo se verán trasladadas a los servicios y a los productos generados (beneficio directo para las empresas y sus clientes finales), sino también a los propios trabajadores que dispondrán de trabajos más seguros, mejor remunerados y que les permitirá una mejor gestión del tiempo libre (mayor calidad de vida)⁷³.

⁶⁹ [How AI Boosts Industry Profits and Innovation, Mark Purdy and Paul Daugherty, Junio 2017.](#)

⁷⁰ [Artificial Intelligence is the future of growth, Mark Purdy and Paul Daugherty, 2016.](#)

⁷¹ The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the U.S. Labor Market, American Economic Review 103, Dorn, 2013.

⁷² Ver notas 65 y 66.

⁷³ Ver notas 65 y 66.

Según datos del Informe socio profesional del COIT/AEIT, cada vez más las empresas buscan profesionales con un mayor nivel de cualificación, tanto técnica como de gestión. 1 de cada 4 ingenieros de telecomunicación ya tiene un perfil mixto con competencias técnicas y de gestión, lo que unido a la transversalidad de su formación académica resulta fundamental para el liderazgo en las empresas con un papel clave en la Transformación Digital.

En este sentido, el Ingeniero de telecomunicación es un perfil transversal que goza de una incorporación inmediata al mercado laboral (0,2% se encuentra en búsqueda del primer empleo) desde las Escuelas y con una alta tasa de actividad (solo el 4,1% de los encuestados se encontraba en situación de desempleo), según datos del informe socioprofesional del COIT/AEIT.

Los sectores que más emplean a ingenieros de telecomunicación son el sector Telco (que emplea a más del 50% de los encuestados), el sector educación (12,4%) y el sector industrial, que es el que más ha crecido durante los últimos 5 años gracias al auge del Internet de las Cosas y de la industria 4.0, que permite ganar eficiencia y adaptar mejor la oferta a la demanda a través de las cadenas de producción automatizadas y conectadas, o el uso de realidad virtual, tendencias que ya son una realidad en algunas fábricas españolas. La incorporación de estas tecnologías en el sector ha promovido la contratación de un mayor número de perfiles técnicos.

c) Nuevas realidades, nuevas mentalidades, nuevas instituciones

Con la digitalización, el futuro plantea nuevos escenarios, desconocidos hasta ahora, con nuevos productos y servicios adaptados a un futuro consumo digital y cuyos gustos y necesidades se supone estarán en una rápida y constante evolución.

Al aumento exponencial de la capacidad de almacenamiento y del procesamiento del hardware, junto con la mejora de las tecnologías móviles, se les suma ahora la irrupción de la inteligencia artificial (AI), el *machine learning*, la realidad aumentada, el internet de las cosas (IoT), los vehículos autónomos, la impresión 3D, los avances en nanotecnología, biotecnología y tecnología de materiales, el desarrollo de las tecnologías de almacenamiento de energía, la computación cuántica, etc. Todos estos elementos forman parte de un ciclo imparable de grandes cambios ya catalogado como la 4ª Revolución Industrial⁷⁴.

Es por ello que se está conformando una nueva realidad donde los hábitos cambiarán y donde los procesos, tal y como los conocemos hoy día, serán dramáticamente modificados adaptándose a la nueva realidad que llega de la mano de la transformación digital.

La aceleración de la digitalización, y por ende, de la implantación de esta nueva y futura realidad digital, dependerá de las actuaciones realizadas, no solo por las empresas, sino también por las administraciones públicas, las universidades y la sociedad en general, resultando fundamental la inversión en tecnología, los aceleradores y el talento⁷⁵.

⁷⁴ Ver nota 65.

⁷⁵ Ver nota 62.

La mentalidad actual, respecto a muchos aspectos, cambiará también sustancialmente. Por ejemplo, en el terreno laboral, debido a la acentuación de las diferencias entre los segmentos trabajo de alta cualificación/trabajo de baja cualificación, el talento pasará a ser el factor crítico de la producción de las empresas por encima, incluso, del propio capital económico⁷⁶.

La flexibilidad en el trabajo, respecto al horario y a la localización en el desempeño del mismo, pasará a ser una práctica empresarial muy extendida. Ambos aspectos podrán variar, para adaptarse mejor a las necesidades de cada trabajador, durante las diferentes etapas de la vida del mismo, teniendo siempre como objetivo conseguir una mejor calidad de vida y un mejor balance vida laboral/vida familiar, así como una mayor autonomía y productividad del mismo⁷⁷. Este cambio de mentalidad laboral desplazará fuertemente la cultura muy extendida del “presentismo” en el trabajo, favoreciendo la deslocalización física del trabajo gracias a la digitalización, que hará crecer visiblemente el número de autónomos o “freelancers” trabajando por cuenta propia o ajena.

La transformación y potencial reducción de puestos de trabajo con motivo de la transformación digital (mayor automatización de las tareas por un uso más intensivo de los robots y de la inteligencia artificial) planteará nuevos debates en lo referente a políticas sociales. La posibilidad de un futuro donde se produzca una pérdida masiva de puestos trabajo abre el debate sobre el cambio de modelo recaudación de impuestos para la prestación de servicios sociales. En el modelo tradicional, parte del salario bruto de los trabajadores se destina a cubrir gastos de la seguridad social y de las jubilaciones. En un futuro donde gran parte de los trabajadores fuesen sustituidos por robots, tendría que plantearse una variación o evolución de dicho modelo de recaudación con el fin compensar dicha pérdida de capital recaudado. Esta situación se plantea en el estudio “How robots, artificial intelligence, and machine learning will affect employment and public policy”, de Jack Karsten y Darrell M. West, de octubre de 2015, donde se detallan varias propuestas para solventar el problema. Por ejemplo, los autores plantean la llamada “seguridad flexible” que consiste en proveer de servicios básicos como atención sanitaria, educación y asistencia doméstica para todos los individuos, estén o no en situación laboral activa. También plantean la mejora de las subvenciones y ayudas para estos colectivos (por ejemplo en Estados Unidos el llamado “*Earned Income Tax Credit*”), el pago de una renta básica garantizada o la mejora del “profit sharing”⁷⁸ de las compañías para con sus trabajadores.

Con motivo de estos y otros grandes cambios, surge también la necesidad de adaptar las leyes y normativas vigentes a las nuevas realidades, mentalidades, comportamientos y necesidades del futuro digital. Así, los organismos que velan y trabajan por los intereses de los ciudadanos, principalmente sus gobiernos e instituciones dependientes, se encuentran ya trabajando en cómo adaptar las políticas y regulaciones de hoy a los problemas y necesidades del mañana. Aparecen, pues, con la transformación digital, nuevos retos para mantener y mejorar el estado del bienestar de las sociedades. El Libro Blanco del Trabajo 4.0, “White Paper Work 4.0”, del Ministerio social y de trabajo de Alemania, de marzo del 2017, lista muy claramente los principales retos a los que se enfrentan los gobiernos europeos, respecto al estado del bienestar en el futuro digital:

⁷⁶ Ver nota 65.

⁷⁷ [White Book Work 4.0, Federal Ministry of Labour and Social Affairs, Marzo 2017.](#)

⁷⁸ [Profit sharing, Wikipedia.](#)

- Comprometer la financiación del estado de bienestar.
- Asegurar que los beneficios provistos por el estado de bienestar se adaptan adecuadamente a las necesidades del futuro digital.
- Encontrar una mayor cohesión e integración de los Estados miembros de la Unión en otros aspectos además del monetario.

d) Profesiones digitales con gran potencial de desarrollo futuro

La transformación digital traerá consigo riesgos y oportunidades. Entre los riesgos se encuentra la posibilidad de una considerable destrucción de empleo asociada a la implantación de las tecnologías emergentes en los diferentes sectores industriales.

Adicionalmente, nuevas oportunidades surgirán en forma de nuevas profesiones o de transformación de las anteriormente existentes. De este análisis prospectivo se puede observar que algunas de ellas no existen aún en el actual mercado laboral pero que, en un futuro próximo, tendrán gran relevancia en el mismo. Entre estas profesiones destacan las siguientes [⁷⁹, ⁸⁰]:

- **Especialista en Deep Learning.** El *Deep Learning* se basa en la aplicación de redes neuronales en el análisis de datos, reconocimiento de objetos, clasificación y simulación de imágenes, generación aleatoria de secuencias a partir de datos, etc.
- **Ingeniero en Inteligencia Artificial.** La inteligencia artificial trata de emular artificialmente el comportamiento del cerebro humano, aplicando dichos avances a diferentes terrenos como son: la lógica, el razonamiento, la planificación, la generación de modelos de probabilidad, el reconocimiento de voz, la visión por computador, etc. Se augura que la inteligencia artificial moverá un volumen de negocio de 65.000 millones de euros en el año 2020⁸¹, convirtiéndose así en una gran fuente de generación de empleo.
- **Ingeniero en Machine Learning.** El *Machine Learning* está cada vez más omnipresente en las herramientas de uso diario como son *Google Translate*, *Siri* o *Facebook News Feeds*. Consiste en la aplicación de modelos predictivos a grandes conjuntos de datos, en campos como las finanzas, la salud, la educación, etc., permitiendo que máquinas y sistemas mejoren su aprendizaje de forma autónoma.
- **Ingeniero en vehículos autónomos.** Los avances en *Machine Learning* y en visión por computador han permitido que el coche autónomo pase de ser una ficción a una realidad. Los expertos en esta materia serán indispensables para el desarrollo de una tecnología que augura salvar, en un futuro, un millón de vidas al año⁸².

⁷⁹ [“Once profesiones nuevas que van a dar mucho que hablar”, “Talento Digital, El País”, Noviembre 2016.](#)

⁸⁰ www.udacity.com

⁸¹ Ver nota 56.

⁸² [Start on the road to a Self-Driving Car career, Udacity.com.](#)

- **Desarrolladores de Realidad Virtual y Realidad Aumentada.** La realidad virtual y la realidad aumentada, se convertirán en grandes generadores de empleo dada la fuerte inversión que se realizará en dichas tecnologías en ámbitos tan diversos como el militar, la educación o el sector empresarial. Para el año 2020 se espera que el negocio de la realidad aumentada genere 110.000 millones de euros, mientras que el de la realidad virtual más de 25.000 millones de euros⁸³.
- **Científico de datos (Big Data).** En el que se analizan conjuntos de datos de gran tamaño y alta complejidad, con el fin de resolver problemas y extraer importantes conclusiones a partir de los mismos. Su demanda hoy día es muy alta, llegando a generar un negocio global de 115.000 millones de euros en 2015⁸⁴.
- **Ingeniero en Robótica.** Aplica algoritmos de *Deep Learning*, control y visión por computador a robots, buscando la automatización de procesos en la industria, la agricultura, la construcción, el transporte, etc. Se espera que, para el año 2020, el gasto en robótica alcance un volumen global de 75.000 millones de euros, según un estudio de Merrill Lynch⁸⁵.
- **Analistas y programadores de Internet de las cosas (IoT).** La proliferación del Internet de las cosas (IoT), donde todos los objetos tendrán sensores, podrán ser monitorizados y controlados de forma remota, está aumentando de forma exponencial la necesidad de este tipo de profesionales, generalmente ingenieros, de diversas especialidades con conocimientos en electrónica, programación y *Big Data*. Se prevé que para el año 2020 serán necesarios más de 4.500.000 profesionales con este perfil⁸⁶.
- **Diseñador de órganos.** El desarrollo de la impresión 3D ha hecho posible la fabricación de sustitutos de órganos sencillos para su implantación en pacientes que se encontraban a la espera de un trasplante. En el medio plazo, estas técnicas también permitirán fabricar sustitutos de órganos más complejos, por lo que la demanda de este tipo de profesionales también serán alta.
- **Terapeuta de empatía artificial.** Se trata de un perfil profesional que ofrecerá, mediante el uso de la robótica, una ayuda adicional a aquellos profesores y terapeutas que dan formación y apoyo a personas con necesidades cognitivas, motoras o sensoriales especiales.
- **Protésico Robótico.** Gracias a la impresión 3D y a la aplicación de las técnicas más avanzadas en Robótica, es posible generar prótesis robóticas capaces de sustituir completamente miembros del cuerpo que se habían perdido de forma accidental. Para esta labor, se requerirán, por tanto, especialistas en medicina con conocimientos en robótica, biología e impresión 3D.

⁸³ [El futuro de la realidad aumentada, más allá de Pokémon GO, Forbes México, Julio 2016.](#)

⁸⁴ Ver nota 56.

⁸⁵ Ver nota 56.

⁸⁶ [The Internet of Things and Wearable Technology: Addressing Privacy and Security Concerns without Derailing Innovation, Adam D. Thierer, Feb. 2015.](#)

- **Especialistas en impresión 3D.** El desarrollo de la impresión 3D permitirá a los emprendedores innovar en sus respectivos sectores de actividad, generando así nuevos modelos de negocio o transformando los ya existentes.
- **Ingeniero de nanorobots médicos.** Los avances en nanomedicina, o aplicación de la nanotecnología a la medicina⁸⁷, permitirán aplicar nuevas técnicas en la cura de enfermedades como la epilepsia o el cáncer. Conocimientos en medicina, biología, computación y robótica serán necesarios para cubrir estos perfiles profesionales.
- **Abogado especializado en drones y ciberseguridad.** El marco legal también se adaptará a la transformación digital, regulando importantes actores de la misma como son los drones, el Internet de las cosas (IoT) o la ciberseguridad, entre otros. Estos perfiles profesionales serán cubiertos por abogados con profundos conocimientos en tecnología y en su legislación reguladora.

Se avecina pues un futuro digital con grandes dosis de incertidumbre y transformación, donde trabajos tradicionales desaparecerán para siempre y otros nuevos, aún desconocidos para muchos, vendrán para quedarse, amaneciendo *“un futuro no predestinado por las máquinas sino creado por los humanos”*⁸⁸.

⁸⁷ [Definición de Nanomedicina, Wikipedia.](#)

⁸⁸ Profesor Erik Brynjolfsson, director de la *MIT Initiative* en Economía Digital, en [Jobs and the Fourth Industrial Revolution, WEF, año 2017.](#)

5 Infraestructuras habilitadoras de la Transformación Digital. Sociedad Gigabit

5.1 Introducción

Se prevé que, en los próximos 10 años, hasta 50 mil millones de dispositivos estarán conectados a escala mundial (*smartphone, tablets, Smart TVs*, medidores inteligentes, domótica del hogar, coches, *wereables*, etc.), la gran mayoría de ellos de forma inalámbrica (ver Figura 8). La irrupción de soluciones innovadoras basadas en la conexión a Internet: *Internet of Things (IoT)*, la adopción del *Cloud Computing*, el *Big Data*, transformarán los procesos empresariales e influirán en las interacciones sociales. La televisión de próxima generación, así como la abundancia de contenido multimedia online de alta resolución (UHD, 4K, 8K, etc.), pueden constituir un factor determinante a la hora de impulsar la demanda de ancho de banda para los hogares en los próximos años. Según un estudio realizado en Alemania (WIK, 2015), se prevé que al menos el 30 % de los usuarios (12.1 millones de hogares y 300.000 empresas) demande redes con velocidades de, al menos, 1 Gbps de descarga y 600 Mbps de subida en 2025.

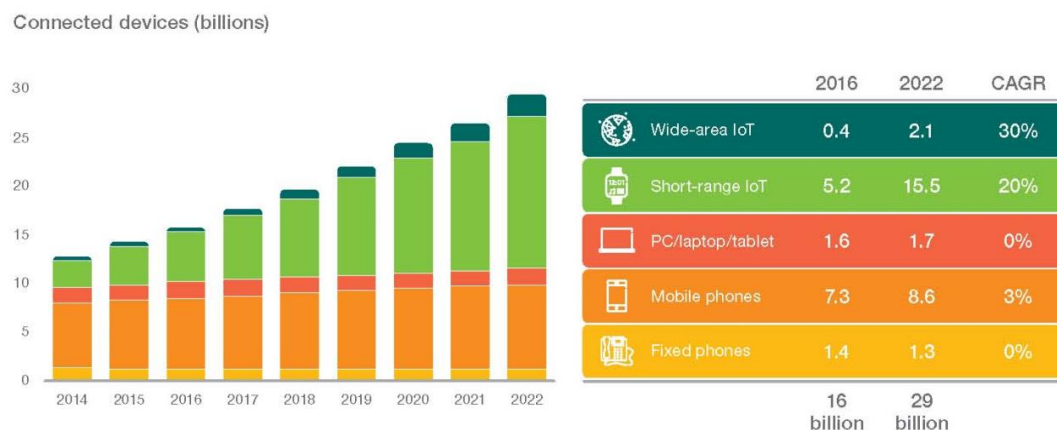


Figura 8 Estimación del número de dispositivos conectados 2021. Fuente: Ericsson Mobility Report 2017

La Comisión Europea realizó una consulta pública, en abril de 2016, sobre las necesidades de calidad y velocidad de Internet más allá de 2020 y las medidas destinadas a cumplir estas necesidades para 2025 (CE, 2016). Esta encuesta reveló las claras expectativas de los europeos respecto a la mejora prevista en la calidad del servicio de conectividad fija a Internet para 2025, especialmente en lo que se refiere a la velocidad de bajada (El 59% de los encuestados concluye que necesitará velocidades de descarga superiores a 1 Gbps en 2025, y solo el 8% creen que necesitarán velocidades de descarga inferiores a 100 Mbps) y la capacidad de respuesta.

También se confirma la creciente importancia de otras características distintas a la velocidad de descarga, tanto para la conectividad fija como la móvil. Estas expectativas se ven cada vez más reflejadas en los planes nacionales de banda ancha de los Estados miembros. En esta línea, según los datos recogidos en el Eurobarómetro sobre Mercado Único Digital y comunicaciones electrónicas en la UE de octubre 2015 (Eurobarómetro CE, 2015) puede constatar que para el 70 % de los suscriptores de una conexión a Internet, la calidad de servicio es realmente importante. Entre los factores que condicionan la calidad de servicio de una conexión a Internet se encuentra la velocidad de descarga, pero, además, la velocidad de subida, la latencia, el jitter, disponibilidad de servicio, la seguridad de la conexión y la ubicuidad: la ubicuidad resulta

esencial para el *Internet of Things*, para Cloud Computing resulta igualmente relevante la velocidad de subida que la de bajada, mientras que los futuros coches autónomos requerirán conectividad con tiempos de latencia inferiores al milisegundo.

La Figura 9 ilustra las necesidades de velocidad y capacidad de respuesta para distintas aplicaciones o servicios que requieren de conexiones a Internet. Esta necesidad se incrementa para usos múltiples, que se han convertido en la norma, ya que un solo usuario, a menudo, utiliza varios canales simultáneamente (por ejemplo: ve la televisión y utiliza las redes sociales) y una única conexión sirve a menudo para múltiples usuarios al mismo tiempo (por ejemplo: las familias con niños, las PYMEs y organizaciones como las escuelas y bibliotecas).

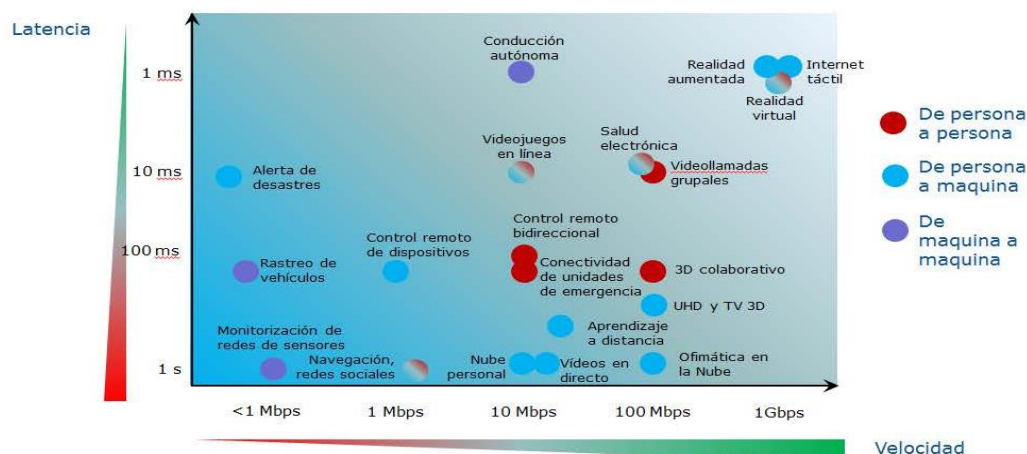


Figura 9 Necesidades de velocidad y latencia por tipo de aplicación y/o servicio. Fuente: CE y GSMA

En los centros docentes, los nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje requieren una conectividad de alta velocidad para poder beneficiarse de los materiales de aprendizaje, herramientas y técnicas más actualizados, que son necesarias para poder formar a los estudiantes en las competencias y habilidades digitales. Ya en la actualidad, para beneficiarse plenamente de los servicios educativos en línea, un centro escolar con 20 clases de 25 alumnos cada una, requeriría de una conexión de 700 Mbps para que todos pudieran utilizarla simultáneamente, según datos de la propia Comisión (CE, 2013).

Estas demandas crecientes de conectividad implican importantes crecimientos en la carga de tráfico que deben soportar las redes de comunicaciones fijas y móviles, especialmente en la hora cargada. Según se recoge en (Cisco, 2017), se estima que el tráfico global de Internet alcanzará los 194 Exabytes en 2021, un 37 % más tráfico que en 2015 (ver Figura 10). Este incremento en el tráfico global se espera que sea incluso mayor en el caso del consumo de datos móviles: cada año se incrementa en más de un 50%, de manera que en 2020 tendremos 8 veces más tráfico de datos móviles que en 2015 (WIK 2016).

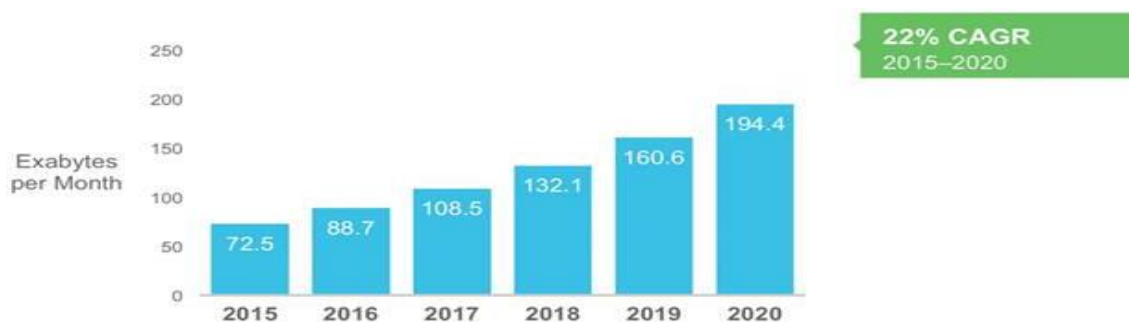


Figura 10 Estimación en la evolución del tráfico de Internet entre 2016-2021. Fuente Cisco 2017

A nivel europeo, la Agenda Digital para Europa definió los objetivos de conectividad para el año 2020:

“Disponibilidad universal de 30 Mbps, para garantizar la cohesión territorial, y conexiones a 100 Mbps para el 50 % de los hogares europeos, como mínimo, para anticipar las futuras necesidades en materia de competitividad”.

A mediados de 2015, las redes fijas que ofrecen 30 Mbps como mínimo, estaban disponibles para el 71 % de los hogares de toda la UE, frente al 48 % de 2011 (DESI, 2016). Casi la mitad de los hogares europeos disponían de una cobertura de redes capaz de ofrecer velocidades de bajada de 100 Mbps. No obstante, las conexiones a más de 100 Mbps, pese a que están aumentando considerablemente, tenían un nivel bajo de despliegue como punto de partida: El 11% de los hogares disponía de este tipo de conexiones a mediados de 2015, principalmente a través de FTTH. Esta es una tendencia de crecimiento más pronunciada en los Estados miembros con el mayor porcentaje de conexiones de 100 Mbps, lo que sugiere un círculo virtuoso de adaptación. Sin embargo, no solo siguen existiendo diferencias sustanciales entre los Estados miembros, sino que también existe una notable brecha de conectividad entre las zonas urbanas y rurales, tanto en lo que se refiere a la cobertura como a la conexión, lo que incrementa la brecha digital en Europa.

Si bien las conexiones de banda ancha básicas (al menos 2 Mbps de bajada) están disponibles para todos los europeos, principalmente gracias a las infraestructuras clásicas (bucle de cobre y coaxial principalmente), esto ya no es suficiente para la transformación digital. Alrededor de la mitad de los europeos poseen un *smartphone*, pero no pueden utilizar todo su potencial debido a que existen importantes lagunas en lo que se refiere a la cobertura y la calidad de datos móviles.

El estado de la conectividad de banda ancha en Europa y las tendencias actuales de su modernización no se ajustan a las necesidades crecientes de una conexión a Internet más rápida y mejor, posibles únicamente mediante redes de muy alta capacidad, según palabras de la propia Comisión Europea. Estas redes son necesarias para que los ciudadanos y las empresas puedan desarrollar, entregar y disfrutar los bienes, aplicaciones y servicios que se comercializan en línea en toda Europa. El éxito del comercio electrónico, la fiabilidad de las aplicaciones de salud electrónica, la experiencia del usuario de los contenidos de audio y vídeo en juegos y retransmisiones en directo dependen de la calidad de las redes.

Estos y otros beneficios económicos y sociales de la transformación digital solo serán posibles si Europa puede garantizar un despliegue y una adopción a gran escala de redes de fibra óptica hasta un punto de acceso fijo o inalámbrico cercano al usuario final, tanto en zonas rurales como en zonas urbanas.

Conscientes de esta realidad, la Comisión Europea estableció como uno de los principales objetivos de la Estrategia para el Mercado Único Digital de mayo de 2015, la creación del entorno y las condiciones adecuadas para la implantación de redes digitales avanzadas de muy alta capacidad en Europa. Actualmente, el sector de las telecomunicaciones es un motor de impulso para la economía y la sociedad digital en su conjunto.

Ambos efectos deberían dar lugar a mejores ofertas comerciales fijas y móviles para un número mayor de pequeñas empresas y hogares, mientras que es probable que la exposición de los usuarios finales a ofertas competitivas ofrecidas a través de redes de muy alta capacidad estimule la demanda y mejore así los argumentos económicos en favor de la realización de nuevas inversiones. Las inversiones en conectividad a Internet para estos motores socioeconómicos beneficiarán a un número potencial de usuarios mucho mayor en la economía y sociedad digital europea.

Como se ha expuesto anteriormente, es necesario desplegar redes de muy alta capacidad para aprovechar al máximo el potencial de crecimiento de nuestra economía digital europea. Estas redes permitirán reducir la brecha digital existente, de modo que todos los ciudadanos puedan participar y beneficiarse del Mercado Único Digital, mejorando la competitividad y cohesión social de Europa, así como, ayudar al crecimiento económico y aumento de los puestos de trabajo en la UE.

En este sentido, la posición de España desde el punto de vista de despliegue de redes de acceso de nueva generación (NGA) de muy alta velocidad debe valorarse como muy positiva ya que se encuentra por delante de países de la UE comparables por tamaño y extensión. El despliegue intensivo y generalizado de redes de fibra hasta el hogar y redes híbridas de fibra-coaxial permite en la actualidad ofrecer servicios finales a los clientes de hasta 1 Gbps de capacidad en una parte importante del territorio nacional (ver Anexo: Tecnologías a contemplar en los despliegues de infraestructura Gigabit). Esta situación queda reflejada en los datos por países recogidos por la Comisión Europea en sus informes de seguimiento de los objetivos de la Agenda Digital Europea y del indicador DESI (Digital Economy and Society Index). Tal y como se ve en la Figura 11, en junio de 2016 (último dato publicado), la cuota de mercado de suscripciones de banda ancha con velocidades iguales o superiores a 100 Mbps se acercaba al 22%, por encima del dato promedio de la UE y muy alejado del entorno del 10% en el que se sitúan los principales países.

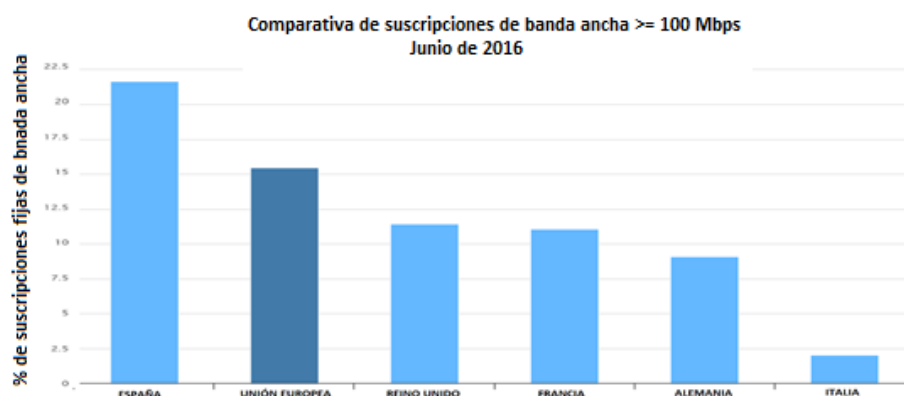


Figura 11 Cuota de mercado de suscripciones de servicios de acceso a internet con velocidad de 100 Mbps o superior. Junio 2016. Fuente: Comisión Europea, Digital Scoreboard

El dato anterior de suscripciones de banda ancha por encima de velocidades de 100 Mbps está directamente relacionado con el despliegue masivo en España de las redes de banda ancha fijas más avanzadas tecnológicamente, las redes de fibra hasta el hogar (conocidas como FTTH o FTTP). España también se sitúa en una posición destacada dentro de la UE, con una cobertura de más del 60% de las unidades inmobiliarias, muy por encima de la media de la Unión Europea y de los principales países de referencia, como se aprecia en la Figura 12.

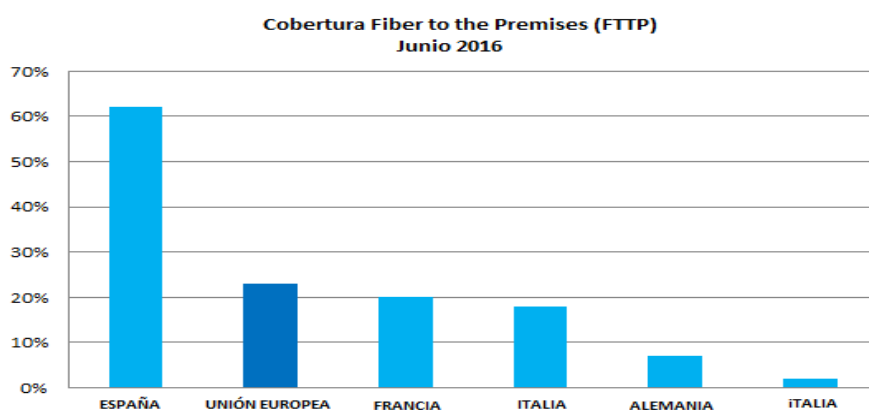


Figura 12 Cobertura de redes de fibra hasta el hogar. Junio 2016. Fuente: Comisión Europea, Digital Scoreboard

5.2 Claves de la estrategia Sociedad Gigabit

La visión de la Comisión Europea sobre una "Sociedad Gigabit" (CE, 2016), es la de una sociedad europea en la cual sea posible alcanzar plenamente los beneficios sociales y económicos de la transformación digital, entendiendo que dicha transformación solo puede conseguirse gracias al despliegue generalizado y a la adopción de redes de alta capacidad en toda Europa.

Esta estrategia europea fue presentada el pasado 14 de septiembre por el presidente Jean-Claude Juncker durante el debate del Estado de la Unión 2016, y pretende dar respuesta a las crecientes necesidades de conectividad de los europeos y potenciar la conectividad de Europa. Para hacer frente a los desafíos planteados y al futuro digital de Europa, la Comisión Europea estructura la Sociedad Gigabit en tres objetivos estratégicos de conectividad para 2025:

- Propone que **los principales agentes socioeconómicos** de las distintas comunidades europeas **dispongan de conectividad extremadamente alta**, que permita a los usuarios **descargar/cargar a 1Gbps**.
- **Todos los hogares europeos**, rurales o urbanos, deberán tener acceso a una conectividad que ofrezca **una velocidad de descarga de al menos 100 Mbps**, mejorable hasta 1Gbps.
- **Todas las zonas urbanas, así como las principales carreteras y ferrocarriles, dispondrán de cobertura ininterrumpida de 5G**, la quinta generación de sistemas de comunicaciones inalámbricas. Como objetivo intermedio, el **5G debe estar comercialmente disponible al menos en una de las principales ciudades de cada Estado miembro de la UE en 2020**.

Entre los principales agentes socioeconómicos se incluyen los centros escolares, las universidades, los centros de investigación, los nudos de transporte, los proveedores de servicios públicos como hospitales y administraciones, así como las empresas que dependen de las tecnologías digitales y que requieren tener acceso a una conectividad de velocidad extremadamente alta. Estos agentes constituyen el foco de la estrategia Sociedad Gigabit y actuarán como motor impulso para la Sociedad de la Información y de la Economía Digital, beneficiando a un número potencial de usuarios mucho mayor en el ámbito de la Unión Europea.

Para la consecución de los objetivos estratégicos de la Sociedad Gigabit, la propia Comisión Europea hace un llamamiento a los Estados Miembros de la Unión Europea (UE) para que reflejen estos objetivos en sus planes nacionales de banda ancha, como ya hicieron con los objetivos definidos en la Agenda Digital para Europa (ADpE). Este ecosistema europeo posibilitará el acceso de hogares y las empresas a una conectividad de banda ancha ubicua, distribuida y accesible, que ofrezca velocidades “gigabit” y servicios instantáneos, de manera que facilite el desarrollo de un amplio rango de aplicaciones basadas en la colaboración, la productividad y el entretenimiento. Las tecnologías que hacen posible el desarrollo de gran parte de estas aplicaciones, existen actualmente, pero su desarrollo futuro se ve condicionado en gran medida a la disponibilidad de conexiones de banda ancha.

En (Vodafone, 2016), se identifican una serie de aplicaciones de negocio o casos de uso, a través de un gran número de industrias verticales, que se beneficiarían de la conectividad gigabit:

- Casos de uso que existan actualmente, pero que puedan verse radicalmente mejorados gracias a las redes FTTH, por ejemplo: la descarga de ficheros a través de una conexión de fibra frente a las redes de cobre, o aplicaciones en las que se prioriza un rendimiento excelente de la red (baja latencia y alto ancho de banda).
- Aplicaciones que actualmente no son soportadas por las redes existentes, sin embargo, existe la tecnología que las posibilita, por ejemplo: el uso de robots inteligentes para realizar de manera remota tareas peligrosas.
- Casos de uso que actualmente no es posible considerar con las redes existentes y para los cuales aún no se dispone de la tecnología necesaria.

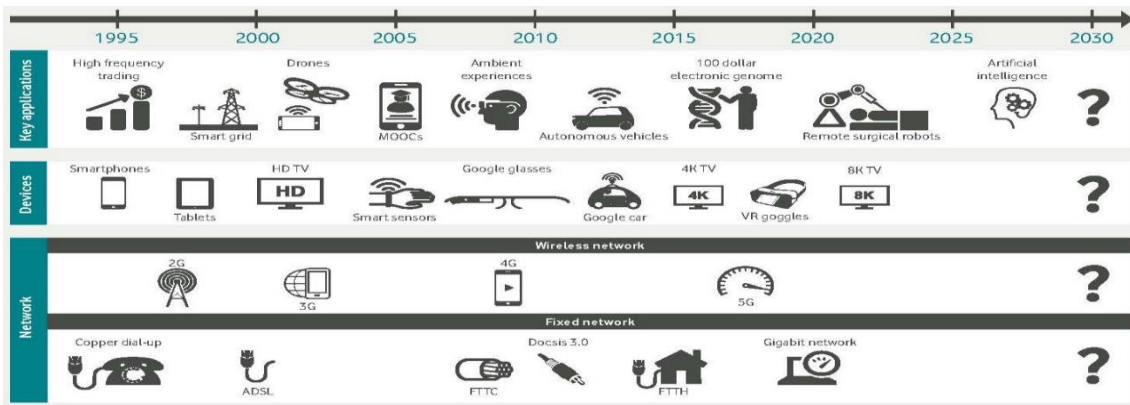


Figura 13 Hoja de ruta de la evolución tecnológica. Fuente Arthur D.Litte-Vodafone “Creating a Gigabit Society”

5.3 Tecnologías para la Sociedad Gigabit. La evolución hacia redes de fibra y la llegada del 5G

5.3.1 La evolución hacia de redes de fibra

A continuación, se detallan las principales tecnologías que permiten soportar “conectividad gigabit”, ofreciendo una conexión capaz de transmitir un pico de velocidad alcanzable de 1 Gbps, o aproximadamente 125 MB de datos, en un segundo. Entre ellas destacan las redes de fibra óptica (FTTH/B), las redes de cable de coaxial y cobre modernizadas (HFC y G. Fast) y las conexiones móviles de próxima generación (LTE-A y 5G), que son actualmente las únicas que pueden ofrecer velocidades de gigabits.

Cada una de estas tecnologías se caracteriza por una capacidad, fiabilidad, latencia y alcance determinados, que la hacen especialmente recomendable para ciertas aplicaciones. La Figura 14 ilustra las capacidades físicas de las distintas tecnologías o medios de transmisión cableadas. Así, por ejemplo, se observa que el rendimiento de las soluciones de cobre de alta velocidad (G. Fast) decrece drásticamente a más de 250 metros del usuario final, por lo que el despliegue de fibra ha de realizarse hasta a un cabinet situado dentro de esa distancia máxima para ser efectiva. También puede comprobarse que si la latencia es un requisito fundamental para nuestra aplicación deberemos optar por una red totalmente de fibra, frente a soluciones que contengan coaxial o cobre.

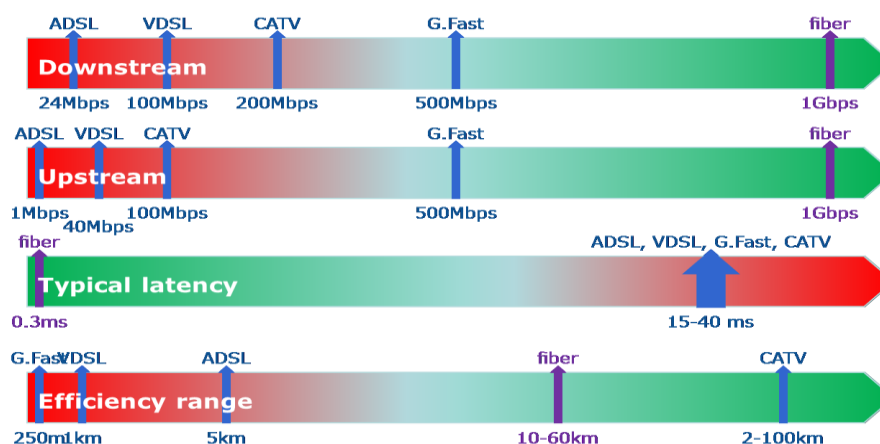


Figura 14 Capacidades físicas de las distintas tecnologías o medios de transmisión

Una cuestión clave para los responsables políticos y los inversores es cómo los avances tecnológicos afectarán el rendimiento de la red y, en particular, si los futuros requisitos de ancho de banda previstos pueden satisfacerse mediante actualizaciones incrementales de las redes existentes de coaxial y par trenzado de cobre o requerirán nuevas inversiones en redes de fibra óptica que lleguen al usuario (FTTH/B). También suscita gran interés el grado de convergencia de las redes fijas y móviles que es posible alcanzar gracias a la evolución de las tecnologías móviles.

Cada año se instala cada vez más fibra en Europa aumentando la capacidad, la fiabilidad y la velocidad de las redes. Estos despliegues no se circunscriben al ámbito de las redes troncales, que han sido reemplazadas en su totalidad por redes de fibra, sino que se está profundizando en las redes de acceso, acercándola al usuario final, en un número creciente de áreas densamente pobladas. Sin embargo, la imagen no es homogénea, incluso en los Estados miembros más prósperos hay grandes variaciones, atribuibles en parte a las diferencias de costes, a la disponibilidad de infraestructura de conductos, a la alfabetización digital y a la demanda, pero también a las diferencias en la estrategia comercial.

Mientras que en los nuevos despliegues *greenfield*⁸⁹ la tecnología preferida es la fibra, en presencia de una red compuesta de pares de cobre trenzado, los operadores deben decidir entre prolongar la vida de la red existente a través de nuevas tecnologías, reemplazando a menudo una parte limitada de la red por fibra, o desplegar una red de fibra totalmente nueva. En este sentido, el par de cobre trenzado es capaz de soportar los requisitos de ancho de banda en el enlace descendente para aplicaciones de video y televisión en calidad 8K (la resolución más alta empleada en televisión digital y la cinematografía digital, que se prevé esté disponible en 2024⁹⁰). Sin embargo, el resultado es diferente en un escenario de demanda que tenga en cuenta un uso extensivo de la nube por las pymes y las oficinas en casa, donde los clientes también tienen mayores requisitos de simetría de tráfico (capacidades similares de carga y descarga). En este escenario, es necesario el despliegue de tecnologías cableadas de alta capacidad (VHC, por sus siglas en inglés) (G. Fast muy cerca del usuario final / FTTB, DOCSIS 3.1 y FTTH), o como alternativa a la última milla fija, es posible que las nuevas redes inalámbricas de alta capacidad permitan conectar al cliente final gracias al uso de enlaces inalámbricos fijos para dar servicio a emplazamientos específicos en lugar de soportar el uso del móvil en toda una zona. Sin embargo, este último caso también requerirá de conectividad de fibra óptica hasta la estación base, lo que se traducirá en unos pocos cientos de metros de cableado hasta el usuario final, dependiendo de la disponibilidad del espectro.

⁸⁹ Los **despliegues *greenfield*** constituyen el despliegue de redes en lugares donde las redes actuales no se encuentran presentes. Por contraposición los **despliegues *brownfield*** constituyen despliegues en emplazamientos en los cuales ya hay una instalación anterior, por lo que suponen simplemente una actualización o agregación de redes con las ya existentes.

⁹⁰ Según un estudio de WIK-Deloitte-IDATE "Access regimes for network investment and business models in Europe" SMART 2015/0002. Disponible en: <http://www.wik.org/index.php?id=768&L=1>

Considerando lo anteriormente expuesto, cabe señalar que no existen datos que permitan estimar las futuras necesidades de ancho de banda de los distintos sectores de la sociedad, en especial de los "nativos digitales" (menores de 25 años), que están impulsando actualmente el consumo de datos. En general, las redes total o parcialmente basadas en fibra están claramente en una mejor posición para manejar los desafíos de mejora de los parámetros de conectividad que sus competidores VDSL o cable, aunque una evolución tecnológica como DOCSIS 3.1 puede aliviar varias de las limitaciones de este último. Si bien, probablemente no ofrezcan todos los beneficios y características de las redes totalmente basadas en fibra, hay que reconocer que la inversión necesaria es sustancialmente menor, ya que incluyen muy pocas actuaciones en el bucle de abonado en casa del usuario, la parte más cara del despliegue junto a las canalizaciones y las acometidas de red. También es necesario considerar que la calidad de una red totalmente de fibra puede variar dependiendo de las opciones de diseño escogidas por el operador, incluso en lo que respecta al equipo activo. Existe un creciente consenso entre los principales actores de la industria y los inversores en que, a medio y largo plazo, los proveedores de conectividad, tanto fijos como móviles, tendrán que confiar en infraestructuras ubicuas localizadas muy cerca de las instalaciones de los usuarios finales (edificios, celdas inalámbricas pequeñas) para soportar su negocio.

También existen diferentes opiniones en cuanto a los plazos de ejecución de estos despliegues, algunos análisis pueden estar basadas en la recuperación de la demanda, la materialización de nuevos servicios y aplicaciones y los progresos que pueden lograrse a través de soluciones técnicas intermedias vinculados a las infraestructuras legadas pero también, pueden verse influidos por consideraciones estratégicas de los operadores que actualmente poseen estas infraestructuras legadas y pueden considerar retrasar esa transición para maximizar los beneficios.

En el Anexo: Tecnologías a contemplar en los despliegues de infraestructura Gigabit, se incluye un pequeño estudio que recoge las distintas tecnologías o medios de transmisión que se consideran en los próximos despliegues, según se recoge en el documento de trabajo adjunto a la comunicación de la estrategia Sociedad Gigabit elaborado por la Comisión Europea.

5.3.2 La llegada del 5G. Plan de Acción 5G de la Comisión Europea

Tan solo 24 años después de que las redes móviles 2G (GSM) fuesen introducidas en Europa, esta nueva generación de comunicaciones móviles está abriendo perspectivas para nuevos modelos económicos y de negocio con un alto grado de digitalización (p ej.: crecimiento significativo en el consumo de video en el móvil, comunicaciones M2M y aplicaciones que demanda requisitos estrictos de tiempo, etc.). Pese a no estar completamente estandarizado, sus especificaciones clave y principales bloques tecnológicos ya están siendo desarrollados y probados por la asociación entre los sectores público y privado 5G-PPP (5G Public-Private Partnership), que fue lanzada por la Comisión Europea en 2013 para garantizar que la tecnología 5G estuviese disponible en Europa antes del año 2020. No obstante, los esfuerzos realizados en investigación no son suficientes para garantizar el liderazgo de Europa en la 5G. Es preciso un mayor esfuerzo para hacer realidad la 5G y los servicios que se deriven de ella, en concreto para la aparición de un «mercado interior» europeo de la 5G.

También resulta esencial trabajar en un enfoque coordinado para evitar la aparición de normas 5G incompatibles en las diferentes regiones. Si Europa quiere ayudar a configurar un consenso global eficaz en lo que se refiere a la elección de las tecnologías, a las bandas espectrales y a las principales aplicaciones 5G, será necesario una coordinación y una planificación europea sobre una base transfronteriza. El lanzamiento de los servicios comerciales de 5G exigirá, además, importantes inversiones, la disponibilidad de una cantidad adecuada de espectro y una estrecha colaboración entre los operadores de telecomunicaciones y las principales industrias usuarias.

Los operadores de redes no invertirán en nuevas infraestructuras si no ven claro que haya una demanda y unas condiciones reglamentarias sólidas que hacen que merezca la pena realizar la inversión. Adicionalmente, debe tenerse en cuenta que el proceso de rentabilizar estas nuevas y elevadas inversiones no será inmediato ni sencillo para los operadores. La experiencia con el despliegue de 4G ya puso de manifiesto la dificultad de diferenciar el servicio de acceso a internet móvil por velocidad. Mientras que en el servicios de acceso a internet fijo los clientes están acostumbrados a diferentes precios en función de la velocidad, y así por ejemplo hay un salto relevante de precios entre servicios prestados sobre la red de cobre y los servicios de alta velocidad prestados sobre la red de fibra, en el servicio móvil hasta ahora no ha sido posible aplicar por parte de los operadores esta diferenciación de precios en función de la velocidad de acceso. La movilidad de los clientes y la diferente cobertura en muchos casos dependiendo de la zona, no facilitan la estrategia de diferenciación de servicio y por tanto se sigue hablando de forma general del servicio de datos móvil o acceso a internet móvil sin mayor diferenciación. Es una incógnita cómo será la estrategia comercial que desarrollen los operadores de cara al 5G, pero parece difícil percibir un escenario diferente al que ha existido hasta ahora.

Del mismo modo, es posible que los sectores industriales interesados en 5G por su proceso de digitalización quieran esperar a que la infraestructura 5G se someta a ensayo y esté lista.

En este contexto la falta de coordinación ente los enfoque nacionales e internaciones en relación a la implantación de las redes 5G puede entrañar un gran riesgo de fragmentación en términos de disponibilidad de espectro, continuidad de servicio a través de las fronteras (p ej. vehículo conectado) y la aplicación de normas. Por consiguiente, retrasaría la creación de una masa crítica para la innovación basada en la 5G en el Mercado Único Digital. Esto se evidencia en especial por el retraso inicial en el despliegue de la 4G en Europa: en 2015, más del 75 % de la población de los Estados Unidos tenía acceso a 4G/LTE, frente a tan solo el 28 % de la población de la UE (IDATE 2016 y GSMA 2015). A pesar de que la diferencia se ha reducido de manera constante, todavía existen grandes diferencias entre los Estados miembros.

Conscientes de esta realidad, la Comisión Europea ha planteado un ambicioso plan de acción (Comisión Europea 2016a/b) para la creación de un mercado interno europeo del 5G que genere un ambiente propicio para el despliegue de estas redes, así como la creación de ecosistemas innovadores que favorezcan la creación de las aplicaciones y servicios que hagan uso de las mismas. Este plan se basa en múltiples consultas, actos con los principales stakeholders, una encuesta específica (Comisión Europea 2016c), varios estudios (ABI Research 2016), consultas a la industria (en particular: Gavin Patterson et. al., 2016) y los resultados iniciales del 5G-PPP (5G-PPP 2016).

- **Estructura del Plan de Acción**

Antes de definir la estructura del Plan Acción 5G, merece la pena destacar los requisitos básicos que debería satisfacer la quinta generación de comunicaciones móviles, y que quedan bien recogidas en el hipercubo de servicios de 5G:

Ofrecer conexiones de datos muy por encima de los 10 gigabit por segundo, una latencia por debajo de los 5 milisegundos y la capacidad de explotar los recursos inalámbricos disponibles (desde Wi-Fi hasta 4G) y manejando simultáneamente millones de dispositivos conectados.

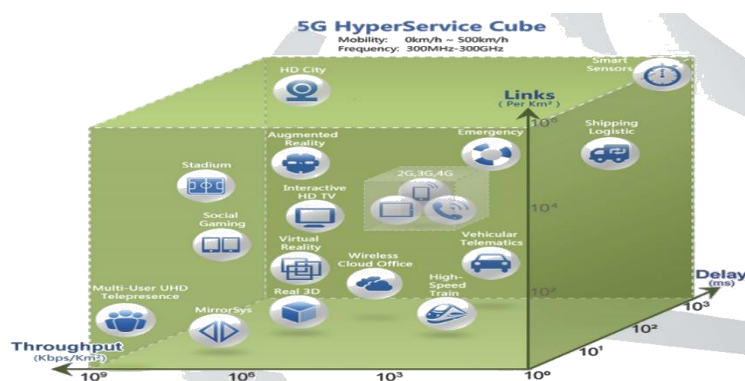


Figura 15 Hipercubo de servicios 5G. Fuente: 5G: A Technology Vision, Huawei

El plan de Acción 5G propuesto por la Comisión Europea recoge 5 ámbitos de actuación fundamentales y 8 actuaciones encaminadas a la consecución de estos objetivos. A continuación se destaca el contenido más relevante de los mismos:

1. **Un calendario común en la UE para la introducción de la 5G**

La Comisión Europea plantea un ambicioso calendario de introducción del 5G orientado a conseguir que Europa tenga una posición de liderazgo que le permita aprovechar las nuevas oportunidades de mercado que permite el 5G, no solo en el sector de las comunicaciones sino en el conjunto de la economía y la sociedad. También plantea la necesidad de que la digitalización de la industria europea se inicie hoy sobre la base de los recursos disponibles actualmente (satélite, Wi-Fi o 4G/LTE) para que se vea favorecida por la adopción gradual del 5G a partir de 2018. El calendario de la UE debe guiarse por los siguientes objetivos centrales:

- Promover pruebas preliminares, con arreglo al acuerdo 5G-PP a partir de 2017 y pruebas pre comerciales que tengan una clara dimensión transfronteriza de la UE a partir de 2018.
- Animar a los Estados miembros a desarrollar, a finales de 2017, planes de trabajo nacionales para el despliegue del 5G como parte de los planes nacionales de banda ancha.
- Garantizar que cada Estado miembro designe al menos, una gran ciudad "habilitada para soportar el 5G" antes de finales de 2020 y que todas las zonas urbanas y las principales vías de transporte terrestre que tengan cobertura 5G ininterrumpida antes de 2025.

2. Facilitar el espectro radioeléctrico necesario para la 5G

El despliegue de las redes 5G exige la disponibilidad puntual de una cantidad suficiente de espectro armonizado. Un nuevo requisito fundamental y específico para la tecnología 5G es la necesidad de grandes anchos de banda de espectro contiguos (canales de hasta 100 MHz) en rangos de frecuencia adecuados para proporcionar mayores velocidades de banda ancha inalámbrica. Este tipo de anchos de banda está solo disponible en el espectro por encima de 6 GHz, por lo que la designación de nuevas bandas de frecuencias figura en el orden del día de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 (CMR-19), sobre una lista de posibles bandas identificadas en la CMR-15 (UIT 2015), sujetas a los estudios de la UIT con el objetivo de alcanzar una armonización global lo más amplia posible.

Los Estados miembros y la Comisión, al trabajar de manera conjunta en el Grupo para la política del espectro radioeléctrico (RSPG), han reconocido la importancia de identificar en una fase temprana las bandas espectrales pioneras comunes a escala de la UE para permitir la adopción de la 5G ya en 2018. Esto es indispensable para proporcionar una orientación adecuada a la industria y mantener a la UE al mismo nivel que otras regiones del mundo en cuanto a la disponibilidad del espectro.

Estas bandas pioneras debería incluir una combinación de espectros con características diferentes para abordar las necesidades polivalentes del 5G. Las bandas identificadas deberían disponer asimismo de un potencial de armonización global y aprovechar la gran cantidad de espectro armonizado que ya está asignado en la UE a la banda ancha inalámbrica por debajo de los 6 GHz, de manera que se propone incluir tres bandas de al menos tres franjas espectrales:

- **Espectro por debajo de 1GHz**, centrándose en la banda de 700 MHz (694-790 MHz). Su disponibilidad antes del 30 de junio de 2020, tal como propone la Comisión, es un elemento crucial para el éxito de la 5G (Comisión Europea 2016d).
- **Espectro entre 1 y 6 GHz**, en aquellas bandas armonizadas a nivel de la UE que ya estén disponibles y tengan licencia tecnológicamente neutra en toda Europa. En particular, la banda de 3.5 GHz (3.4-3.8 GHz) presenta un elevado potencial para convertirse en una banda estratégica en la puesta en marcha de la 5G en Europa.
- **Espectro por encima de los 6 GHz**, en las 11 nuevas bandas que se proponen para CMR-19, considerando los dictámenes de la Oficina de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas (ORECE) y RSPG (RSPG, 2016).

Adicionalmente en una fase posterior, deben completarse este conjunto de bandas espectrales pioneras para que reflejen los requisitos del espectro de 5G a largo plazo, centrándose en identificar las bandas espectrales situadas por encima de los 6 GHz, con especial atención a las bandas de la orden del día de la CMR-19, examinando al mismo tiempo las posibilidades de las economías de escala en el ámbito internacional. Se debe maximizar el potencial del uso compartido del espectro, incluido el uso de espectro no licenciado, ya que apoya, de manera general, la innovación y la entrada en el mercado, de acuerdo con los objetivos de las propuestas legislativas que figuran en el Código Europeo de Comunicaciones Electrónicas propuesto. Un reto en este sentido consistirá en anticipar los diversos casos de uso de la 5G.



Figura 16 Recomendaciones sobre bandas espectrales para 5G

En este ámbito de actuación se contemplan los siguientes objetivos estratégicos:

- La Comisión trabajará con los Estados miembros para determinar, para finales de 2016, una lista provisional de las bandas espectrales pioneras en el lanzamiento inicial de los servicios de la 5G. La lista debe incluir tres frecuencias de al menos tres gamas del espectro: por debajo de 1 GHz, entre 1 GHz y 6 GHz y por encima de 6 GHz, para representar los diversos requisitos de aplicación de la 5G.
- Acordar, antes de finales de 2017, la totalidad de las bandas espectrales (por encima y por debajo de los 6 GHz) para una armonización que permita la implantación de las primeras redes 5G comerciales en Europa, basado en el dictamen del RSPG (RSPG 2016) sobre la planificación del espectro de 5G.

La armonización final del espectro a nivel de la UE estará sometida al habitual proceso regulador, una vez que se hayan desarrollado las normas pertinentes.

- Trabajar en pos de un enfoque recomendado para la autorización de las bandas espectrales de 5G específicas situadas por encima de los 6 GHz, habida cuenta de los dictámenes del ORECE y del RSPG. Antes de finales de 2017, Deberá estar disponible una primera indicación de las opciones técnicas y de la viabilidad a través de estudios de la CEPT.

3. Multiplicación de los puntos de acceso para la 5G.

Se espera que las redes 5G previstas lleguen a un millón de dispositivos conectados por kilómetro cuadrado, un incremento mil veces mayor en comparación con la situación actual (Vodafone, 2017). Este aumento esperado en el número de dispositivos también aumentará el tráfico por punto de acceso a la red, lo que hace que previsiblemente deban aumentarse los puntos de acceso y limitar su radio de cobertura para garantizar los parámetros de calidad que se requieren para 5G (5G-PPP, 2016).

Este despliegue masivo de pequeñas células (micro/femtoceldas) lleva asociada la complejidad de identificar ubicaciones disponibles suficientes para atender la demanda de conexiones previstas, teniendo en cuenta que cada uno de los operadores con red móvil presente en el mercado tendrá la necesidad de desplegar sus propios puntos de acceso. Cabe preguntarse cómo será el despliegue masivo de estas pequeñas antenas en las zonas más densamente pobladas y que a la vez presentarán los mayores problemas de encontrar espacios disponibles para la ubicación de los equipos. Se plantean escenarios de ubicación de estas microceldas en sitios como paradas de autobuses o farolas, ¿pero será viable el despliegue de microceldas de 3 o 4 operadores en las mismas ubicaciones o será necesario ir a modelos masivos de compartición?

Estas pequeñas células (micro/femtoceldas) también tendrán que conectarse de manera eficaz al resto de la red a través de comunicaciones de concentración o enlaces de gran capacidad, ya que el volumen agregado de datos que se transmitirá a través de estas pequeñas células alcanzará varios gigabits por segundo. En la mayoría de los casos, se tratará de enlaces de fibra, aunque también se podrían utilizar otras líneas inalámbricas de concentración o enlace de alta capacidad. En este sentido, la Comisión solicita una coordinación voluntaria de los planes de ejecución entre los actores públicos y privados pertinentes, concretamente para coordinar las inversiones en estaciones base celulares e infraestructuras de fibra.

También apoya una simplificación de las condiciones de despliegue de las densas redes celulares, que reduciría los costes de instalación de estos puntos de acceso y apoyaría las inversiones. El Código Europeo de Comunicaciones Electrónicas propuesto pretende suprimir los obstáculos al despliegue e instalación de micro/femtoceldas, a condición de que se cumplan los requisitos técnicos comunes.

Como parte del desarrollo de los planes nacionales del 5G, la Comisión trabajará con la Industria, los Estados Miembros y otras partes interesadas a fin de:

- Definir la puesta en marcha y los objetivos de calidad para el seguimiento de los avances de los principales escenarios de despliegue celular y de fibra, cumpliendo con el objetivo de que al menos todas las zonas urbanas y las principales vías de transporte terrestre tengan cobertura 5G ininterrumpida de aquí a 2025.
- Identificar inmediatamente las mejores prácticas ejecutables para reforzar la coherencia de las condiciones administrativas y los plazos para facilitar el despliegue de células más densas, de acuerdo con las disposiciones pertinentes del Código Europeo de Comunicaciones Electrónicas propuesto.

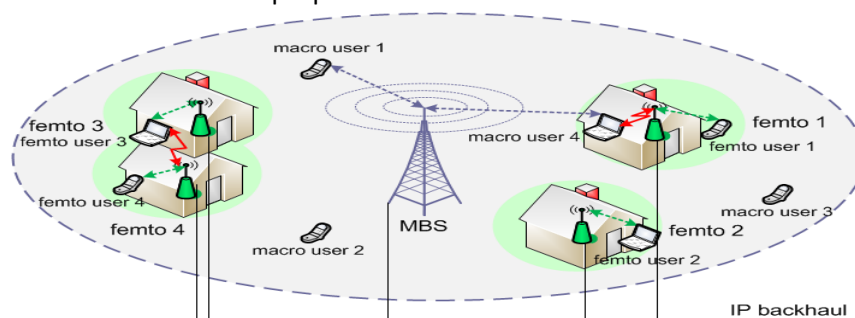


Figura 17 Modelo de Micro/femtoceldas 5G.

4. Preservar la interoperabilidad global: retos de la normalización del 5G.

En este ámbito la Comisión plantea un reto normalizador que asegure la competitividad y la interoperabilidad de las redes de telecomunicaciones a escala mundial, con especial atención a la integración del IoT (*“Internet of Things”*) y la flexibilidad de las normas que permitan responder a nuevos ejemplos de uso surgidos en sectores industriales clave.

La agenda internacional de normalización de la 5G ha avanzado rápidamente en los últimos años. La primera fase prevé la rápida disponibilidad de normas para soluciones de banda ancha móvil ultrarrápida. Una segunda fase deberá facilitar rápidamente normas de otros casos de uso, como los correspondientes a aplicaciones industriales, y, sobre todo, facilitar normas que fomenten la innovación abierta y oportunidades para las empresas de nueva creación. Así, la Comisión solicita a los Estados miembros y a la industria que se comprometan a:

- Garantizar la disponibilidad de las primeras normas globales relativas a 5G a más tardar a finales de 2019, con el objetivo de permitir un lanzamiento comercial de 5G a tiempo, y allanar el camino para una gran cantidad de futuros escenarios de conectividad más allá de la banda ancha ultrarrápida.
- Estimular los esfuerzos para apoyar la estandarización desde un punto de vista global, tanto para el acceso radioeléctrico como para la red básica, teniendo en cuenta los casos de uso conflictivos (p ej. redes malladas) y la innovación abierta.
- Establecer las asociaciones intersectoriales pertinentes, antes de finales de 2017, a fin de respaldar la oportuna definición de las normas fijadas por los experimentos industriales de los usuarios.

5. La necesidad de cuestionarse algunos principios de la normativa actual.

Gran parte de las obligaciones normativas que recaen en los operadores en la actualidad se derivan de considerar necesaria la protección de los derechos de los usuarios en el uso de los servicios de comunicaciones electrónicas (voz y datos). En la raíz de estas obligaciones subyace que estos servicios están dirigidos a satisfacer las necesidades de comunicación de usuarios finales que se encuentran en uno o en los dos extremos de la transferencia de la información. Así, existen entre otras obligaciones como la portabilidad del número telefónico o las indemnizaciones por determinadas indisponibilidades del servicio o la obligación de incluir en las facturas determinado detalle de información.

Ante el escenario que se abre con el 5G, con la multiplicación de objetos conectados y con la irrupción que supondrá el desarrollo masivo del internet de las cosas (IoT), es necesario plantearse si la normativa actual es válida para este nuevo escenario. Esta nueva realidad que empieza a vislumbrarse hace necesario diferenciar entre comunicaciones personales y comunicaciones entre máquinas. Ambos tipos compartirán con seguridad gran parte de la normativa, pero será necesario entender bien las diferencias entre ambos tipos de comunicaciones, especialmente por parte de las autoridades nacionales de regulación, al objeto definir obligaciones normativas específicas para favorecer el desarrollo de estas comunicaciones y evitar barreras derivadas de una normativa anticuada que impida el desarrollo de servicios nuevos e innovadores.

6. Innovación 5G para apoyar el crecimiento.

La aceleración del proceso de digitalización en varios sectores industriales clave basadas en la conectividad 5G, así como la aparición de nuevos modelos de negocio, requerirá una colaboración más estrecha entre los sectores afectados y el sector de las telecomunicaciones. Mientras que algunos mercados serán líderes en innovación (automoción, transporte, salud, servicios, entre otros) debido a su naturaleza y atraerán la mayor parte de las inversiones iniciales, hay una serie de sectores que reconoce la necesidad de llevar a cabo estudios piloto para aumentar la previsibilidad, reducir los riesgos de las inversiones y validar tanto las tecnologías como los modelos de negocio. Los experimentos también son necesarios para proporcionar información a los organismos de normalización.

En este contexto, la Comisión propone hacer más hincapié en proyectos piloto y experimentos durante el periodo previo a la implantación de la 5G, especialmente mediante la 5G-PPP. Además, trabajará para el despliegue de pruebas de 5G seleccionadas con una clara dimensión europea a partir de 2018, que deberán utilizar los equipamientos ya existentes en el marco de las acciones llevadas a cabo en los Estados miembros. La Comisión también creará un Grupo de Reflexión que incluya agentes de los sectores industriales pertinentes, para evaluar los resultados y analizar las deficiencias de las pruebas de 5G en Europa. Por último, hay que garantizar que los terminales de hardware⁹¹ y los dispositivos con conectividad 5G estarán disponibles a tiempo antes de 2020 para fomentar la incorporación y la demanda.

Los servicios públicos pueden ser un usuario pionero y un promotor de las soluciones con conectividad 5G, fomentando la aparición de servicios innovadores, contribuyendo a una masa crítica de inversión y abordando cuestiones de importancia para la sociedad. Por ejemplo, este papel podría consistir en pasar los servicios de seguridad pública de las plataformas de comunicación propias (TETRA, GSM-R) a las plataformas comerciales de la 5G.

Las redes 5G reducirán las barreras de entrada en el mercado del servicio personalizado de comunicaciones en múltiples sectores, al dar un acceso controlado a los recursos de redes virtuales o reales sin necesidad de poseer unas infraestructuras de red completa⁹². Por consiguiente, los nuevos modelos de innovación y los nuevos ecosistemas deben surgir encabezando los servicios de comunicación, con un modelo similar al de las plataformas de computación en la nube, o incluso de Internet. Esto también significa que la experimentación de «prueba y error» desempeñará un papel más importante que en el tradicional modelo de investigación y desarrollo que era más lineal, y el cual ha dominado la innovación de la red hasta la fecha. Este nuevo contexto debería crear oportunidades para las pequeñas empresas y las empresas de nueva creación.

⁹¹ No solo smartphones, sino también una amplia gama de la Internet de las Cosas y los dispositivos conectados (automóviles, aeronaves no tripuladas, mobiliario urbano, etc.).

⁹² Esto es lo que se denomina Fragmentación de red, que permite ofrecer diferentes niveles de calidad del servicio y de fiabilidad en la misma red física.

Con el fin de impulsar nuevos ecosistemas de innovación en 5G, la industria sugiere establecer un instrumento de financiación de riesgo específico para la 5G (Gavin Patterson et. al., 2016), de manera que se apoyen empresas emergentes innovadoras europeas que pretendan desarrollar tecnologías 5G y nuevas aplicaciones relacionadas en los sectores industriales. Esto podría impulsar una importante innovación digital a escala europea, más allá de la conectividad. Deberán especificarse con más detalle las modalidades de esta capacidad de financiación para determinar los instrumentos financieros adecuados y evitar solapamientos con las posibilidades de financiación de riesgo que ya están disponibles en el sector digital.

En resumen, dentro de este ámbito de actuación plantea una serie de acciones específicas:

- Planificar los experimentos tecnológicos clave que van a tener lugar en 2017, incluidas las pruebas de los nuevos terminales y las aplicaciones a través del 5G-PPP, y así demostrar los beneficios de la conectividad 5G en los sectores industriales más importantes.
- Presentar planes detallados, a más tardar en marzo de 2017, sobre la implementación de pruebas precomerciales avanzadas que se promoverán a nivel de la UE, y que deberán lanzarse en 2018 para garantizar el liderazgo de Europa.
- Invitar a los Estados miembros a contemplen el uso de la futura infraestructura 5G para aumentar el rendimiento de los servicios de comunicaciones utilizados en la seguridad pública, incluyendo esta consideración en sus planes nacionales de 5G.
- Establecer un instrumento de financiación de riesgo específico para 5G, que pueda vincularse a otras acciones de empresas digitales. La Comisión Europea considera necesario evaluar su viabilidad antes de finales de marzo de 2017, teniendo en cuenta la posibilidad de aumentar la financiación privada añadiendo varias fuentes de financiación pública.

5.4 El fomento de la conectividad local, iniciativa WiFi4EU

Con la iniciativa WiFi4EU, la Comisión Europea desea apoyar y fomentar la oferta de acceso gratuito a Internet mediante Wi-Fi para todos los ciudadanos europeos en los principales “centros de la vida comunitaria” (Administraciones públicas, bibliotecas, centros de salud, parques y plazas públicas, etc.) hasta el año 2020. Este tipo de acceso a Internet resulta especialmente recomendable para conectar fácilmente a múltiples usuarios, permitiéndoles disfrutar de una conectividad de banda ancha con un coste de servicio relativamente bajo y con un área de cobertura medio. Estas excelentes condiciones han propiciado que numerosas autoridades locales ofrezcan ya este tipo de acceso en espacios públicos, sin embargo, las redes desplegadas ofrecen poco ancho de banda al usuario de manera gratuita y/o se encuentran apagadas por tramitación normativa.

Para ello, la Comisión Europea propone sufragar los costes de material e instalación de puntos de acceso (CAPEX) de aquellas comunidades europeas interesadas en ofrecer conexiones Wi-Fi de alta velocidad (por encima de los 30 Mbps) en zonas donde no existan aún servicios públicos o privados similares. Es necesario que la administración sea especialmente cuidadosa y rigurosa en el momento de determinar qué zonas y en qué condiciones podrán ser objeto de estas ayudas y cuáles no. Debe considerarse como un principio imprescindible para el desarrollo de estas

redes de comunicaciones con fondos públicos, que el despliegue de las mismas no tenga impacto en el desarrollo de los planes de despliegue de las redes propias de los operadores a corto y medio plazo, ya que esta vía la mejor forma de asegurar un modelo sostenible que garantice el servicio a los clientes a largo plazo.

El mecanismo financiación se basará en un sistema de bonos que serán asignados a cada comunidad por orden de solicitud, siempre que se mantenga una distribución geográfica equilibrada entre los Estados Miembros. El proceso de solicitud de estos bonos consistirá en una simple solicitud a través de una aplicación online, y podrán cubrir hasta el 100% de los costes de la infraestructura de acceso Wi-Fi. Una vez concedido el bono, la autoridad local contratará a una empresa instaladora el despliegue de la red de acceso Wi-Fi, siendo esta última la que recibirá los fondos de la propia Comisión.

Por otra parte, las administraciones locales deberán cubrir los costes de mantenimiento del material y de suscripción a Internet (OPEX) con el operador de telecomunicaciones encargado de la prestación final del servicio Wi-Fi durante al menos 3 años, pudiendo promover sus propios servicios digitales (administración, sanidad, turismo electrónicos, etc.) y los de otros organismos con misión de servicio público.

Para esta iniciativa se destinará un presupuesto total de 120 millones de euros entre 2017 y 2019, con el que se espera cubrir entre 6.000 y 8.000 comunidades europeas a través del sistema de bonos Wi-Fi. Cada comunidad podrá solicitar un presupuesto máximo de 20.000€, aunque conforme se agoten los fondos se fomentarán los proyectos cofinanciados.

Además, esta iniciativa permite que las autoridades locales que dispongan de redes públicas preexistentes se unan, si lo desean. De este modo, las redes públicas existentes dispondrán de un sistema de autenticación unificado para los usuarios finales, que tras su primera conexión, podrán conectarse automáticamente al mismo punto de acceso o a cualquier otro punto de acceso WiFi4EU de Europa.

Con esta iniciativa se espera soportar entre 40.000 y 50.000 conexiones Wi-Fi de alta velocidad, que pretenden dar respuesta a las necesidades locales, y acercar la experiencia de la sociedad Gigabit a un gran número de ciudadanos europeos, en línea con los objetivos de conectividad del Mercado Único Digital. Además, estas redes Wi-Fi permitirán el *off-loading* de las redes móviles 3G y 4G, aliviando el riesgo de congestión y reduciendo en gran medida los costes de gestión derivados.

5.5 El riesgo de la brecha digital

5.5.1 Diferencias entre países de la Unión Europea

El esfuerzo sostenido de la Unión Europea para tratar de conseguir e impulsar políticas para un desarrollo armonizado en el despliegue de redes de banda ancha de todos los estados miembros ha llevado a que, de forma general, no existan grandes diferencias entre los estados miembros de la Unión Europea. El despliegue de redes de banda ancha (al menos 2 Mbps) alcanza prácticamente a todos los ciudadanos europeos. En relación a las redes de acceso de nueva generación (NGA), entendiendo como tal aquellas capaces de ofrecer al menos una velocidad de 30 Mbps en redes fijas y tecnología 4G sobre redes móviles, los datos muestran que, si bien

existen diferencias, el crecimiento de estas redes en los países más atrasados se ha acelerado durante los últimos años y, actualmente, las cifras de cobertura están en general por encima del 70% en relación a las redes fijas y del 80% en relación a las redes móviles. Aun así, existen algunas consideraciones generales que pueden reseñarse.

En relación a las redes fijas, la mayor cobertura se presenta en los países más pequeños y con menor extensión territorial dada la mayor facilidad y el menor coste de despliegue para cubrir todo el territorio. Entre los países más grandes, el Reino Unido presenta el mejor dato de cobertura con una cobertura cercana al 90%. Algunos países de Este de Europa, cuya incorporación a la Unión Europea ha sido más tardía, presentan datos de cobertura más baja. Cabe reseñar el caso de Francia e Italia que, de forma llamativa, prácticamente se sitúan a la cola de cobertura de red superando por poco el 40% y estando muy alejados de la media europea que alcanza el 70%. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se recoge una comparativa de la cobertura de redes de banda ancha de nueva generación por hogares cubiertos en los distintos países del Unión Europea.

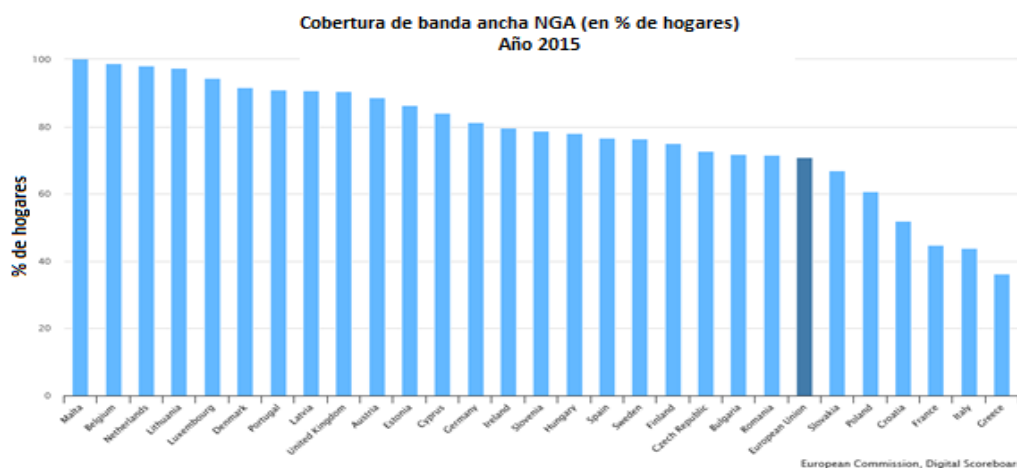


Figura 18 Cobertura de redes de banda ancha de nueva generación por hogares cubiertos. Datos del año 2015.
Fuente: Comisión Europea, Digital Scoreboard

En relación a las redes móviles, la cobertura media está por encima del 80%, con una menor varianza entre países y reproduciendo en mayor o menor medida las consideraciones apuntadas en relación a las redes fijas, con las excepciones de Francia e Italia que en este caso mejoran notablemente sus datos de cobertura, consultar la Figura 19.

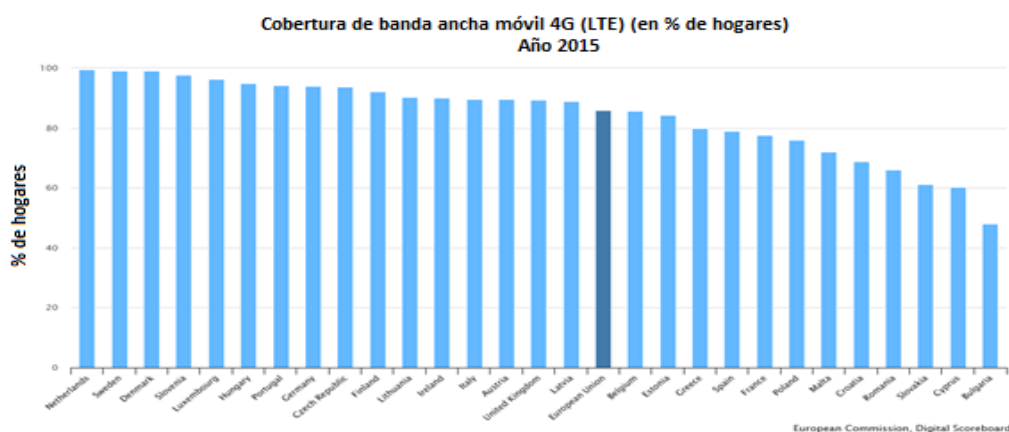


Figura 19 Cobertura de banda ancha móvil LTE por hogares cubiertos. Datos del año 2015. Fuente: Comisión Europea, Digital Scoreboard

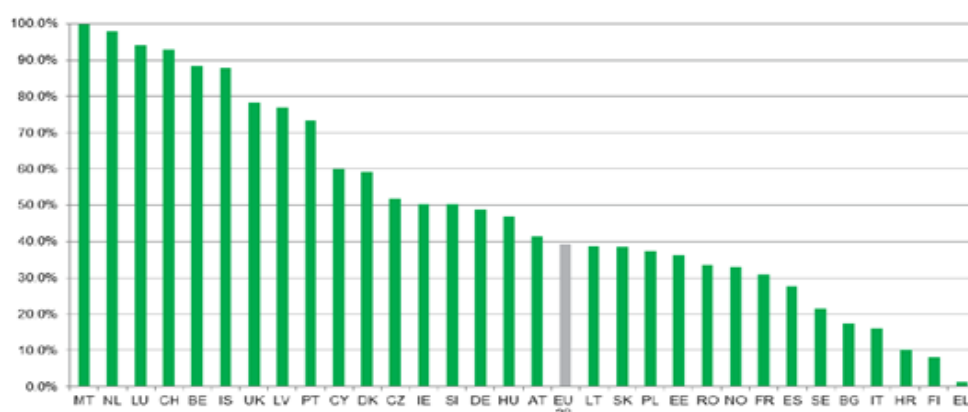
5.5.2 Diferencias dentro de un mismo país. El desafío del desarrollo de las redes de banda ancha de nueva generación en el entorno rural

La cobertura de banda ancha fija en el entorno rural es inferior a la cobertura nacional fija, en la mayoría de los países del estudio, si bien hay que tener en cuenta que a efectos del servicio básico de banda ancha la medida de cobertura europea está por encima del 90% y prácticamente ningún país se encuentra por debajo del 80% de cobertura. En la Figura 20, se incluye una comparativa de la cobertura redes NGA en zona rural para todos los países de la Unión Europea.

Garantizar el acceso a servicios de banda ancha de alta velocidad para los hogares rurales es uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la Unión Europea y aparece en todos los países como uno de los puntos básicos de desarrollo en la aplicación de las diferentes estrategias nacionales para alcanzar los objetivos establecidos en la Agenda Digital para Europa. En el caso español, se han adoptado diferentes medidas, entre las que destacan las siguientes:

- La asignación de ayudas públicas por parte del MINETAD a operadores de telecomunicaciones para la ampliación de la cobertura NGA dentro del Programa para la Extensión de la Banda Ancha de Nueva Generación (PEBA), que llevan desarrollándose desde 2013, y se encuentran cofinanciados a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Recientemente (Europapress, 2017), el Gobierno Español ha asumido el compromiso de que la fibra óptica (principalmente FTTH) llegue al 85% de la población española, dando un impulso al programa PEBA en 2018.
- También se proponen ayudas para la extensión de la banda ancha de, al menos, 30 Mbps, en zonas de baja densidad de población (municipios con menos de 5.000 habitantes) que actualmente dispongan de cobertura inferior a 10 Mbps (MINETAD 2017). Estas ayudas que estarán disponibles hasta el 31 de diciembre de 2020, comprenden subvenciones de hasta un máximo de 400 €, para el equipamiento de usuario, con independencia de la tecnología empleada (fija, inalámbrica o satelital), su instalación y la puesta en funcionamiento, de manera que el usuario final solamente tendrá que hacerse cargo de las cuotas mensuales del servicio contratado.

El despliegue de redes de nueva generación implica importantes inversiones por parte de los operadores de telecomunicaciones, y la necesidad de rentabilizarlas hace difícil que el desarrollo de las mismas se realice de forma homogénea en todo el territorio nacional. Esta circunstancia es especialmente relevante en relación al despliegue de redes fijas en los países con mayor extensión territorial como Alemania, Francia, Italia o España. Los costes asociados a proporcionar cobertura de banda ancha ultrarrápida gracias a estas tecnologías resultan difícil de rentabilizar en zonas rurales con poca densidad de población y con un entramado productivo y empresarial asociado a las nuevas tecnologías poco desarrollado.

Cobertura de redes de banda ancha de nueva generación en áreas rurales, por país, 2016

Source: Broadband Coverage in Europe 2016, a study by IHS Markit and Poptel for the European Commission

© 2017 IHS Markit

Figura 20 Cobertura de redes de banda ancha de nueva generación en áreas rurales. Datos del año 2016. Fuente: Comisión Europea, IHS Markit

El promedio de cobertura de banda ancha rural de la UE para tecnologías NGA fue en 2016 de casi el 40%, muy alejado del 76% de cobertura total de NGA. Sin embargo sí que se aprecia una disminución de este gap año a año. Sólo países pequeños como Malta, los Países Bajos o Luxemburgo registraron una cobertura de NGA rural superior al 90%.

La situación de España en comparación con los principales países de referencia, muestra que únicamente estamos en una situación mejor que Italia en el despliegue en las zonas rurales en comparación con la cobertura total de redes NGA.

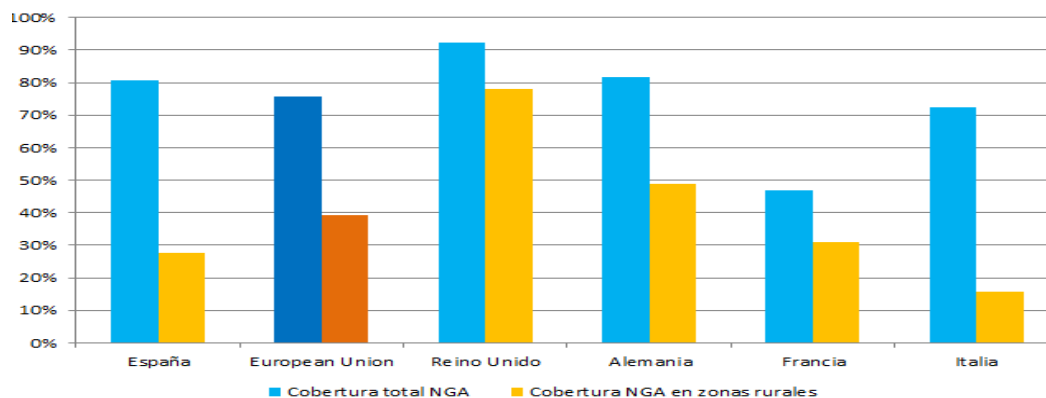


Figura 21 Cobertura de redes fijas de banda ancha de nueva generación en total y en zonas rurales de los cinco países principales de la UE. Datos del año 2016. Fuente: Comisión Europea, IHS Markit

En relación a la cobertura de banda ancha móvil considerando exclusivamente la tecnología LTE que soporta el servicio 4G, se registran unos datos muy diferentes a la situación de las redes fijas, con un promedio europeo que se acerca al 80% y pocos países que presenten una cobertura 4G en zona rural por debajo del 70%. Es muy destacable el aumento de cobertura de esta tecnología en el entorno rural que prácticamente se duplicó durante 2016, pasando de una cobertura en torno al 40% al 80% registrado a final de ese mismo año.

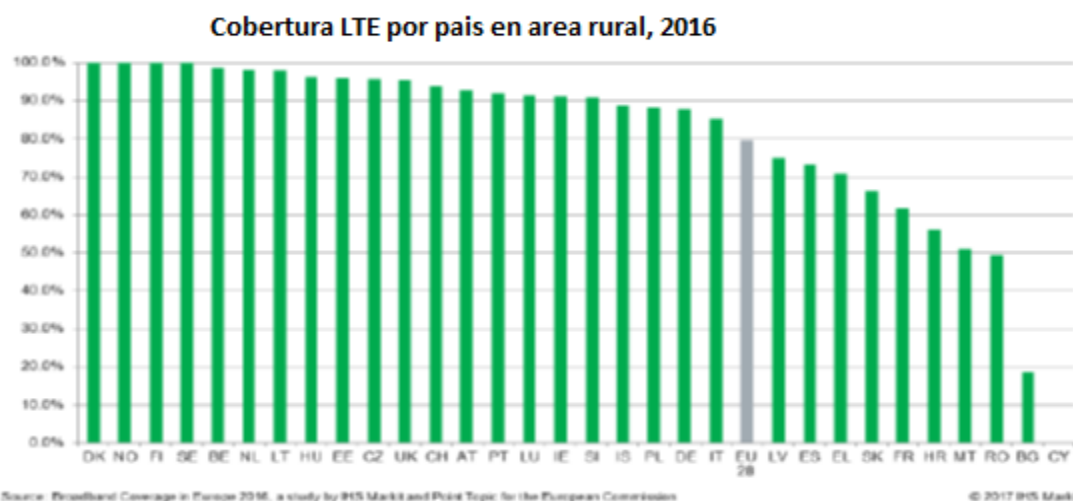


Figura 22 Cobertura de redes de banda ancha móvil LTE en áreas rurales. Datos del año 2016. Fuente: Comisión Europea, IHS Markit

El caso de España frente a los principales países, si bien tal y como se ha indicado en el párrafo anterior, los datos muestran una situación muy diferente que el despliegue de redes fijas NGA, de nuevo, en relación a las zonas rurales, únicamente nos encontramos por encima de un país, en este caso Francia. Sin embargo, se aprecia una menor diferencia entre el total de despliegue LTE y el despliegue en las zonas rurales, reduciéndose considerablemente frente a las redes fijas.

Reducir esta brecha digital, de manera que se garantice el acceso a servicios de banda ancha de alta velocidad para los hogares rurales, es uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la Unión Europea, para lo que se propone e incentiva un mayor esfuerzo por parte de las entidades públicas, y también privadas.

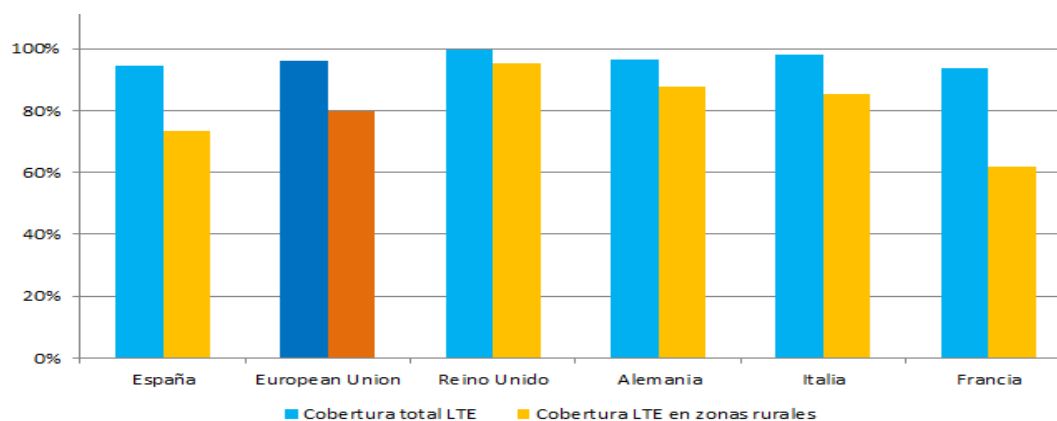


Figura 23 Cobertura de redes LTE en total y en zonas rurales de los cinco países principales de la UE. Datos del año 2016. Fuente: Comisión Europea, IHS Markit

6 Conclusiones

6.1 ¿Qué se entiende por ciudadanía digital

Existen múltiples oportunidades para la sociedad que se ejerce en la red, la sociedad digital, porque promueve el desarrollo del individuo como ciudadano activo, desde una perspectiva económica (mayores posibilidades de formación y acceso a mejores empleos), política (mejores cauces de participación política y toma de decisiones para la comunidad), de enriquecimiento personal (mayores posibilidades de comunicación, compartir vivencias y experiencias) y de bienestar (posibilidad de una mejor asistencia sanitaria).

Pero también afrontamos un reverso tenebroso. Las desigualdades en el acceso, bien por falta de infraestructuras, bien por restricciones para usar las plataformas de aplicaciones y servicios, suponen una gran brecha entre los ciudadanos y una reducción de oportunidades intolerable en una civilización de vocación humanista como la nuestra. Más aún, existe una mediación cada vez más creciente de empresas privadas para nuestras transacciones y comunicaciones, en muchos casos desconocidas por los usuarios, tanto en su función misma en la cadena de valor, como en sus capacidades de análisis y manipulación de los datos privados de cada individuo.

Los ciudadanos digitales han de ser conscientes de los riesgos y oportunidades que implica desenvolverse en el ecosistema digital, y cuáles son sus derechos y posibilidades de reclamación en caso de que se vean restringidos o amenazados.

Todo ello hace cada vez más necesario un entorno normativo que proteja los derechos fundamentales de los ciudadanos, y no se deje su garantía a la benevolencia o autorregulación del sector privado.

La extensión del entorno digital a todos los aspectos de la sociedad, así como la rápida evolución que experimenta, exige una rápida respuesta por parte de los agentes públicos, a nivel nacional y transnacional, para implementar las normas y las políticas adecuadas que garanticen los derechos fundamentales y la seguridad en todas las interacciones de los individuos con el medio digital.

En resumen, una verdadera ciudadanía digital supone el acceso consciente e informado de la persona a las plataformas de comunicación y de servicios, el control de su privacidad y el conocimiento de qué forma y en qué medida se utilizarán sus datos personales, amparado por un marco jurídico que defienda sus derechos y proteja adecuadamente cualquier restricción o injerencia ilegal cualquiera.

6.2 La formación del profesional digital

Es fundamental lograr el equilibrio adecuado entre la protección de la privacidad y el fomento a la innovación que permita un desarrollo adecuado de la sociedad digital. Las instituciones deben proceder a realizar con carácter urgente la adecuación de los sistemas educativos a las competencias STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics).

Muchas de las innovaciones en el sector digital se basan en la explotación de datos y su tratamiento para dar un mejor servicio a los ciudadanos. Los datos son el “petróleo del siglo XXI” y debe estar en consonancia con la garantía de la privacidad de las personas y la transparencia y control por parte de los usuarios.

El fenómeno de la digitalización podría llegar a ocasionar riesgos de exclusión por razones geográficas, culturales, generacionales por discapacidad o por género, y para evitarlo es necesario un esfuerzo de formación específica contextualizada a las necesidades. Las personas con discapacidad encuentran barreras de acceso a la tecnología limitando su utilización, por lo que, si los cambios que está introduciendo la Sociedad digital no aseguran la accesibilidad a éstos colectivos, podrían verse abocados a la marginalidad y la discriminación

El profesional digital debe estar preparado y atento a estos cambios y evoluciones, no sólo de manera reactiva, sino primero y fundamentalmente, de manera proactiva. Competencias digitales, desde la más básica, la alfabetización digital, hasta las más avanzadas como la creación de contenidos digitales, deben estar en el núcleo del profesional del siglo XXI.

La preparación para el seguimiento de esta evolución tecnológica sólo se puede conseguir mediante la formación. El profesional digital debe ser una persona cuyos conocimientos y capacidades se actualicen constantemente en todo el periodo de su vida profesional, hecho del cual ha surgido el concepto del Life-Long-Learning.

Este paradigma, que pretende llevar a todos los niveles y estados de la vida del ser humano hacia un aprendizaje continuo, se puede implementar de dos maneras, formal o reglada o informal (no formal) y que no son en absoluto excluyentes. La formación reglada, que es la que se imparte en centros como Universidades (Grados, másteres, programas propios), Colegios y Asociaciones profesionales o en las propias entidades y empresas, proporciona al profesional digital el núcleo de los conocimientos necesarios para su evolución profesional, ya sea con metodologías más tradicionales, o con nuevas ideas, como el Blended Learning. Simultáneamente, se debe combinar con formación informal, que es la que el profesional adquiere en su devenir diario, como mediante el Social Learning, es decir, la interacción del profesional con su entorno y que le permite, al enfrentarse a nuevos retos, formarse de manera paralela y acumular el know-how generado en su “haber” de capacidades.

Debemos tener en cuenta que esta “capacidad para la capacitación” viene de la propia tecnología por la cual es necesario este proceso de evolución en la formación. Internet se ha convertido en la mayor fuente de información (a veces de desinformación) existente, donde se puede recurrir para una primera aproximación para adquirir los conocimientos para afrontar un nuevo reto. Pero, además, las tecnologías educativas de la formación reglada, han evolucionado drásticamente en las últimas tres décadas, desde la aparición del e-learning, pasando por los cursos MOOC y llegando, gracias a tecnologías de banda ancha a sistemas de realidad aumentada y realidad virtual para el apoyo a la formación. Es más, con la introducción masiva de tecnologías 5G, la ubicuidad del acceso a la formación permitirá extender el concepto temporal de la formación continua a un concepto espacial, es decir, el profesional podrá formarse donde y cuando lo precise en cada momento.

Pero no todo son luces en la Sociedad Digital, puesto que existen ciertos aspectos negativos que es necesario solventar. La misma tecnología que produce un avance económico y social puede generar y aumentar efectos de brecha digital, tanto territorial como en cuanto a las edades de los profesionales.

La otra brecha digital es más difícil de solucionar y aunque tiene una fecha de caducidad cuando los nativos digitales vayan copando el mercado, es actualmente un problema relativamente grave. El problema radica en que, para la adquisición de las competencias digitales se precisan unas competencias básicas de manejo de tecnología (ordenadores, tablets, Smart-phones, redes sociales...) que, en un elevado número, las personas con edades superiores a los 55 años, no poseen. Esto hace que estas personas puedan ser expulsadas de un mercado laboral debido a que sus funciones quedan obsoletas y no tengan las capacidades básicas mínimas para actualizarse. Adicionalmente podrán no disfrutar de servicios avanzados de la Sociedad Digital puesto que no son capaces de manejar las tecnologías habilitadoras que las sostienen. Aunque hay entidades y Fundaciones que trabajan en solventar esta carencia, es un aspecto que necesita una especial vigilancia por parte de las autoridades nacionales y regionales.

La Sociedad Digital ya no tiene vuelta atrás y ha llegado para quedarse. Los profesionales de los diferentes sectores deben evolucionar y adaptarnos a las nuevas situaciones, para lo cual debemos cambiar la mentalidad de que la formación es algo iniciático en nuestro devenir profesional para migrar hacia un proceso de aprendizaje constante.

6.3 El empleo en la Sociedad Digital. Nuevas realidades

A lo largo de este capítulo, se ha hecho un análisis de la situación de partida del empleo en la sociedad digital, y hacia donde podría evolucionar en el futuro. Desde la ecuanimidad que ha de caracterizar cualquier documento elaborado por el Colegio, no se puede decir que haya causas objetivas que lleven a plantear, en el corto plazo de tiempo, la desaparición del empleo como tal.

Lo que se ha detectado es un periodo de transición, y cómo en todos estos periodos, nacen nuevas formas de hacer las cosas (nuevos empleos) y desaparecen otros, pero incluso, los que permanecen, se transforman, convirtiendo lo que antes eran tareas que requerían una constante y permanente atención humana, en cuestiones desatendidas, procurando que la inteligencia de los trabajadores vaya orientada en la mejora de los procesos económicos y productivos.

Es una oportunidad para aquellos países, sociedades y personas que estén dispuestos a innovar y a reinventarse constantemente, aprovechando los principales drivers digitales, sean tecnológicos o intelectuales. Los requerimientos están cambiando, y el futuro reclamará mayor flexibilidad y pensamiento creativo.

La profesión de ingeniero en general, y la de ingeniero en telecomunicación en particular, afronta este reto desde una posición envidiable, no sólo por su conocimiento tecnológico del área digital, sino por una capacidad de reaprendizaje que no se produce en otros sectores.

Sin embargo, existen zonas oscuras que es necesario iluminar. La desigualdad digital, basada en el alto conocimiento y una fuerte capacidad cognitiva, que impulse una posición de dominación de los trabajos y empresas creativas sobre aquellas que no lo son tanto, son peligros que no se han ocultado. Es en este campo, conjuntamente con el de impulsor del conocimiento, donde las administraciones públicas y las instituciones juegan un papel especialmente relevante, a través de unas correctas políticas públicas, que atenúen los efectos perversos de dichas desigualdades y conformen un escenario de oportunidades para toda la sociedad y mediante una constante acción prospectiva que delimite correctamente el futuro hacia el que avanza la sociedad digital.

Finalmente, es fundamental la implantación de un pensamiento y una actitud de transversalidad en el desarrollo de la acción pública, especialmente en la evolución del empleo en la sociedad digital; en este sentido, el componente tecnológico es un actor relevante, el cual ha venido para quedarse y afectará decisivamente a las instituciones y relaciones laborales que se construyan en el futuro.

6.4 Infraestructuras habilitadoras de la Transformación Digital. Sociedad Gigabit

La Sociedad Gigabit constituye una estrategia ambiciosa de la Comisión Europea para dar respuesta a las crecientes demandas y potenciar la conectividad de Europa con objetivos estratégicos para 2025, combinados con otros objetivos intermedios para 2020. Para conseguir estos objetivos, evitando retrasos y/o sobrecostes adicionales, es prioritario realizar los despliegues de infraestructuras necesarios para cumplir con los objetivos recogidos en la Agenda Digital para Europa para 2020 y disponer de los primeros estándares y normas globales relativas a 5G, antes de finales de 2019, de manera que se permita el lanzamiento comercial del 5G en el plazo previsto.

Una vez contemplados los costes para cumplir con los objetivos de la Agenda Digital para Europa, se estima que sean necesarios entre 155 y 250 mil millones de euros adicionales (estudio SMART 2015/0068, de la Comisión Europea), dependiendo del escenario de despliegue y las sinergias entre los distintos planes e iniciativas contempladas. Habiéndose realizado solo el 25% del total requerido, resulta primordial potenciar la inversión pública adicional en áreas rurales remotas y menos rentables, además de mecanismos de compartición en áreas en las que existan modelos de negocio viables a largo plazo. Estas acciones, unidas a la priorización de inversiones en conectividad para los principales agentes socioeconómicos estimulan la inversión necesaria para alcanzar los objetivos planteados, lo que traerá consigo grandes beneficios en su interacción con el Mercado Único Digital.

El plan de acción 5G propuesto dentro de la estrategia Sociedad Gigabit tiene como objetivo estratégico garantizar el liderazgo europeo del 5G, creando un “mercado interior europeo”, potenciando la coordinación y planificación paneuropeas. Este plan requiere de un mayor esfuerzo en investigación, importantes inversiones, disponibilidad de la cantidad de espectro adecuada en las bandas preseleccionadas, así como la colaboración entre los principales *stakeholders*, para la creación de normas interoperables que sirvan de modelo para un consenso global, de manera que se garantice la amplia difusión del 5G en los plazos preestablecidos.

La iniciativa WiFi4EU, por su parte, define un proceso con diferentes niveles de cofinanciación por parte del municipio solicitante, entre el 50 % y el 80 % según el escenario de despliegue contemplado, para las redes Wi-Fi públicas subvencionadas. Es importante que las Autoridades Locales conozcan los gastos operativos anuales recurrentes que deben soportar, desarrollando despliegues adaptados a sus necesidades y no sobredimensionados. Se considera una acción positiva, ya que está pensada para fomentar la conectividad local, pero presenta un impacto limitado al contemplar únicamente el despliegue de redes para 6.000 a 8.000 Autoridades locales en toda Europa, lo que se traduce en 214-285 municipios en el caso de España, que cuenta ya con más de 500 redes Wi-Fi subvencionadas. Además es necesario, resolver los problemas de alineamiento entre la legislación aplicable a las redes Wi-Fi públicas propuesta en el nuevo Reglamento Europeo 2017/1953, aprobado el 25 de octubre de 2017, y la normativa actualmente vigente en España para las redes públicas municipales (Ley General de Telecomunicaciones 9/2014 y/o Circular 1/2010). Esto es especialmente notable en lo relativo a la posibilidad de que las Autoridades locales puedan prestar un servicio de comunicaciones electrónicas por si mismas o a través de un tercero y de manera gratuita para el ciudadano, y a la velocidad permitida para estas redes.

Como consecuencia del esfuerzo realizado a nivel europeo para impulsar políticas orientadas hacia un desarrollo armonizado en el despliegue de redes de banda ancha de todos los estados miembros, ha llevado a que de forma general, el despliegue de redes de banda ancha (al menos 2 Mbps) alcanza prácticamente a todos los ciudadanos europeos. En relación a las redes de acceso de nueva generación (NGA), capaces de proporcionar al menos 30 Mbps, el crecimiento de estas redes en los países más atrasados se ha acelerado durante los últimos años y, actualmente, las cifras de cobertura están en general por encima del 70% en relación a las redes fijas y del 80% en relación a las redes móviles. Sin embargo, existe una importante brecha digital entre los distintos países, y entre las zonas rurales y urbanas, debido en parte a la falta inversiones que son necesarias, en mayor o menor medida y de manera no homogénea en el territorio. Estas inversiones debido a su difícil rentabilización, requieren el empleo de mecanismos de financiación de la banda ancha en aquellas zonas menos rentables, mientras que pueden emplearse mecanismos de contribución que reduzcan el perfil de riesgo, en las áreas donde existan modelos de negocio viables a largo plazo.

7 Anexo: Tecnologías a contemplar en los despliegues de infraestructura Gigabit

A continuación se incluye un pequeño estudio que recoge las distintas tecnologías o medios de transmisión que se consideran en los próximos despliegues, según se recoge en el documento de trabajo adjunto a comunicación de la estrategia Sociedad Gigabit elaborado por la Comisión Europea.

A. Tecnologías basadas en cobre

El cable de par trenzado de cobre se ha desplegado ampliamente en el pasado para proporcionar telefonía, alcanzando casi el 100% de los hogares en países de Europa occidental. Sin embargo, en países de Europa central el despliegue ha alcanzado su punto máximo en aprox. 60%, siendo el acceso móvil inalámbrico el preferido para dar cobertura al resto de la población, sobre todo en entornos rurales diseminados⁹³

El acceso a Internet sobre pares de cobre trenzado ha evolucionado en gran medida con el tiempo, como puede observarse en la Figura 24. Nuevas tecnologías como ADSL, hicieron posible a partir de los años 2000, proporcionar velocidades de descarga más altas sobre redes de cobre (1-6 Mbps). Posteriormente el ADSL2 y el ADSL2+ aumentaron algo más las velocidades de descarga teóricas hasta los 10-12 Mbps, pero no fue hasta la introducción del VDSL2 y el VDSL2+ cuando se hace posible alcanzar velocidades de descarga de hasta 100 Mbps. La reciente tecnología G. Fast se espera que permita alcanzar 1 Gbps en 2020, sin embargo, como el resto de la tecnología DSL, cuanto más velocidad permita, más corta debe ser la distancia desde el punto de caída (punto de conexión con la fibra de soporte) al usuario final. Esta tecnología G. Fast permite proporcionar velocidades simétricas hasta 250 Mbps, a diferencia de sus predecesoras DSL, que contaban con un mayor o menor grado de asimetría priorizando el canal descendente, esta característica se ha visto impulsada por el cambio de tendencia en el uso de las redes por los usuarios, que dejan de ser meros consumidores para convertirse en usuarios interactivos de servicios en la nube, realidad virtual, IoT, etc.

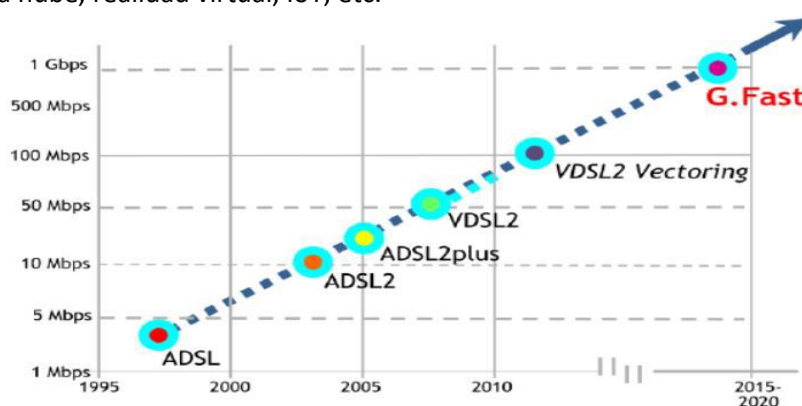


Figura 24 Evolución de las tasas de transferencia de las tecnologías DSL, 1995-2020. Fuente: WIK Consult

⁹³ Como puede observarse en estudio de WIK-Deloitte-IDATE "Access regimes for network investment and business models in Europe" SMART 2015/0002, Sección 1.2. Disponible en: <http://www.wik.org/index.php?id=768&L=1>

B. Tecnologías basadas en fibra FTTC y FTTB

Los modelos FTTC y FTTN constituyen los dos modelos descritos como redes basadas en soluciones híbridas fibra-cobre o fibra-coaxial con distintas distancias del punto de conexión con la red de fibra.

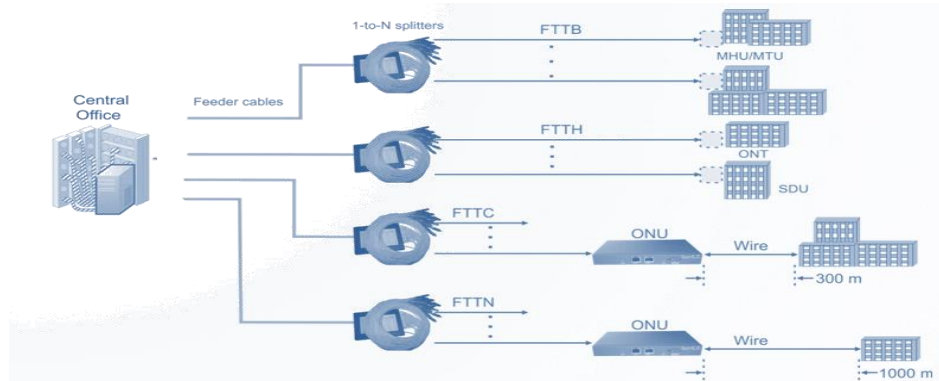


Figura 25 Esquema de las distintas tipologías de red de la arquitectura FTTx

Como consecuencia de las limitaciones de las redes tradicionales de cobre, los operadores orientados a mantener y mejorar el cobre legado hasta por lo menos 2025, se ven obligados en última instancia a desplegar fibra y localizar los activos asociados cada vez más cerca del cliente si quieren impulsar velocidades más altas⁹⁴. Este despliegue de redes de fibra, así como un alto OPEX derivado de las necesidades continuadas de energía y mantenimiento de los equipamientos activos en múltiples puntos de la red de acceso próximas al cliente constituyen un coste para nada despreciable.

De manera similar a la evolución para las tecnologías DSL sobre el bucle de abonado de cobre, muchos de los operadores de televisión por cable sobre coaxial adoptaron el estándar DOCSIS 3.0 a partir 2006, con el objetivo de proveer de acceso a Internet con velocidades ultrarápidas sobre sus redes. Esto les obligó a adaptar parte de su red de coaxial por fibra, convirtiendo sus redes en redes HFC, redes híbridas de fibra-coaxial. En España, debido a que el despliegue de las redes de cable se produjo en un momento mucho más tardío que en el resto de países del entorno europeo, coincidiendo con el proceso de liberalización de las telecomunicaciones en la década de los años 90 del pasado siglo, las redes que se desplegaron ya fueron directamente redes HFC, permitiendo ofrecer el servicio de acceso a internet desde el primer momento.

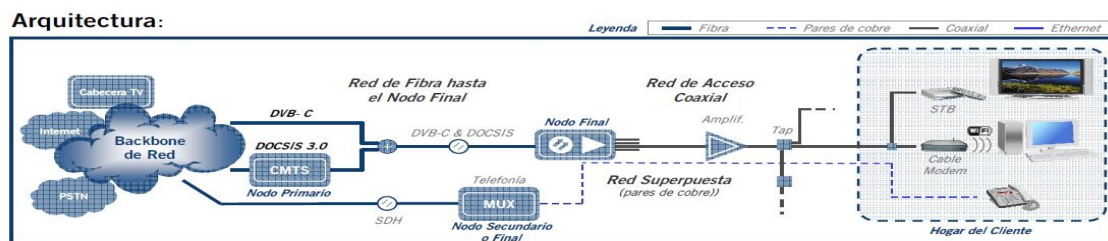


Figura 26 Arquitectura DOCSIS sobre redes HFC

⁹⁴ Según indica el estudio de WIK-Deloitte-IDATE "Access regimes for network investment and business models in Europe" SMART 2015/0002, Sección 5.1. Disponible en: <http://www.wik.org/index.php?id=768&L=1>

Mediante constante evolución, y reducción de la parte de la red coaxial a prácticamente "la última milla" se han ido consiguiendo mejoras del estándar DOCSIS, como las que propone la nueva versión del estándar DOCSIS 3.1. Esta nueva versión que se prevé sea implanta por los principales cableoperadores en los próximos 5 años permitirá soportar velocidades de hasta 10 Gbps de bajada y 1Gbps de subida en configuración compartida y con ratios adaptables a la demanda del mercado, con lo que es posible pensar en alargar la vida de estas redes hasta al menos 2025.

Otro punto a considerar, más allá del enfoque tradicional en la velocidad de descarga/subida, es la calidad de la conexión (en particular, el jitter y la pérdida de paquetes), así como la capacidad de respuesta (en particular la latencia) de la red, parámetros cada vez más relevantes. La Figura 24 muestra cómo mientras que las actualizaciones incrementales de las redes de cobre a través de tecnologías como vectoring y G.Fast pueden ofrecer velocidades más altas, en particular en distancias cortas (por ejemplo, G-Fast hasta 250m), las redes de fibra parecen estar en una mejor posición que las de cobre para manejar desafíos tales como simetría entre velocidad de bajada subida, la baja latencia, el jitter y la pérdida de paquetes debido a los parámetros físicos del medio(óptico vs eléctrico).

C. Tecnologías redes de fibra óptica hasta el hogar FTTH

La transmisión basada en fibra óptica extremo a extremo es probablemente la tecnología de alto conectividad más robusta disponible hoy en día. Ha experimentado un amplio despliegue en las redes de larga distancia tras la liberalización a finales de los años ochenta, soportando las crecientes necesidades derivadas de los imparable servicios de Internet y de comunicaciones móviles, principalmente gracias a sus buenas características:

- **Baja latencia:** la capacidad de soportar conexiones instantáneas y datos de tránsito sin apenas retardo, milisegundos en distancias mayores de 1000 km, y sólo microsegundos a distancias de cientos de kms
- **Disponibilidad:** Estas redes son inherentemente estables, principalmente debido al medio de transmisión, ofreciendo una disponibilidad extremadamente alta.
- **Seguridad:** Estas redes, dada la naturaleza física y, a menudo, enterrada, del cable, son más difíciles de interferir que las redes inalámbricas (o que incluso la "irradiación" propia de los cables de cobre).
- **Pérdida de paquetes y bajo jitter:** pérdida de paquetes y variación en el retardo de paquetes casi nula, es decir, "señales suaves".
- **Agnósticas a la distancia:** la calidad de servicio es esencialmente independiente de la distancia.
- **Simetría dinámica:** estas redes pueden ser configuradas para permitir flexibilidad en la asignación de la carga por descarga y subida para cada conexión, dependiendo de los distintos casos de uso
- **Bajo mantenimiento y consumo:** la fibra es intrínsecamente fiable, por lo que se necesita poco mantenimiento. Además, es posible desplegar redes fibra óptica con elementos pasivos, lo que reduce el consumo.

- **Gran potencial de evolución futura:** reemplazando únicamente los equipos transmisor/receptor y manteniendo la fibra desplegada, es posible incrementar el rendimiento de la red de fibra.
- **No hay interferencia de radiofrecuencia:** las señales que viajan por fibra no están sujetas a interferencias de radiofrecuencia como ocurre con el cobre, aunque se ven afectados por la dispersión y la difracción propias de las señales ópticas que se transmiten por el medio.

Prevalecen dos estándares en el mercado europeo, ambos basados en redes de fibra óptica pasiva (PON) y en multiplexación temporal (TDM): el estándar GPON que proporciona velocidades de descarga de hasta 2.5 Gbps y de subida de 1.25 Gbps, a compartir por hasta 64 usuarios; y el XG-PON que proporciona hasta 10 Gbps de bajada y 2.5 Gbps de subida, a compartir con hasta 128 usuarios. Para dar respuesta a un aumento de la demanda, ambos estándares permiten reducir ratio de splitting o compartición de la fibra e incluso, si la demanda se incrementase aún más, la inclusión de multiplexación en longitud de onda (WDM), que permite usar luz de diferentes colores para aumentar la capacidad de la fibra desplegada reemplazando los transmisores y receptores únicamente. En este sentido, se prevé una nueva actualización de las arquitecturas PON bajo el nombre de NG-PON2, con una capacidad de al menos 40 Gbps de descarga y 10 Gbps subida para un alcance mínimo de 20 km, frente a los 10 km que permitía XG-PON. Este nuevo estándar utiliza cuatro longitudes de onda, permitiendo extensiones a 80/20 Gbps y 60 km, gracias al empleo de hasta 8 longitudes de onda.

Desarrollos tecnológicos recientes sugieren que una combinación de multiplexación en tiempo y en longitud de onda (TWDM) puede ser desplegada sobre redes PON de tal manera que la arquitectura (física) de punto a multipunto puede convertirse en una arquitectura punto-a-punto, permitiendo combinar los beneficios de ambas arquitecturas y permitiendo alcanzar anchos de banda simétricos de hasta 100 Gbps, a compartir con hasta 1024 usuarios y con un alcance de hasta 100 km. La Figura 27 muestra la evolución previsible en las velocidades para los usuarios finales de FTTH hasta 2025.

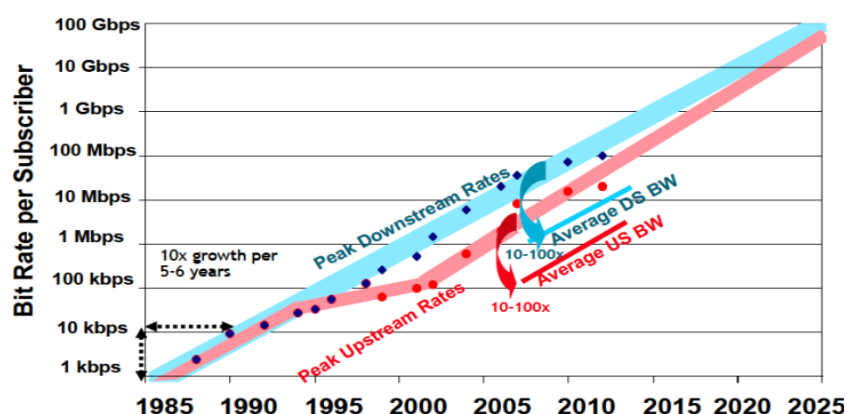


Figura 27 Evolución de las velocidades de transferencia DL y UL en FTTH, 1995-2025. Fuente: WIK Consult

Considerando lo anteriormente expuesto y de acuerdo con multitud de fuentes⁹⁵, se puede concluir que la fibra puede mantenerse por delante de los pronósticos más optimistas en términos de la demanda de los usuarios finales, durante al menos los próximos 25 años.

D. Nuevos despliegues de tecnologías móviles inalámbricas

Aunque la Ley de Moore no se aplica directamente al avance en el rendimiento de los chips de radiofrecuencia, el crecimiento exponencial puede apreciarse claramente a nivel de sistema cuando el rendimiento se expresa en términos de la velocidad pico que es posible alcanzar con una tecnología de comunicaciones móviles. La Figura 28 representa el aumento en la velocidad de transferencia de datos en aproximadamente un factor de 1,8 cada año, que se debe esencialmente al aumento en la capacidad de procesamiento digital y a la mejora de las técnicas de transmisión incorporadas en las distintas generaciones de comunicaciones móviles. Podemos esperar que esta tendencia se mantenga considerando el alto grado de regularidad conseguido desde que se introdujera el GPRS.

El LTE Advanced, que se introdujo por primera vez en 2013, proporciona una capacidad máxima de 1,2 Gbps, a compartir entre los usuarios de la misma celda, sin embargo, la visión de diseño para 5G apunta a una capacidad total 1000 veces superior y tasas de datos de usuario final de 10 a 100 veces más altas. Como ocurre en el resto de generaciones de comunicaciones móviles, las velocidades finales disponibles para el usuario distan bastante del máximo alcanzable en la celda, viéndose condicionadas por numerosos factores: el número de usuarios en la celda, las condiciones de cobertura del usuario, el terminal, el mutitrayecto, etc. En 5G se espera que finalmente resulten tasas de usuario garantizadas de más de 50 Mbps, que podrán ser aumentadas gracias a la asignación de mayor espectro, la gestión más eficiente de los recursos radio y el despliegue de *small cells* que complementen a las macroceldas, como se recoge en documento de trabajo que acompaña a la Comunicación "5G for Europe: An Action Plan".

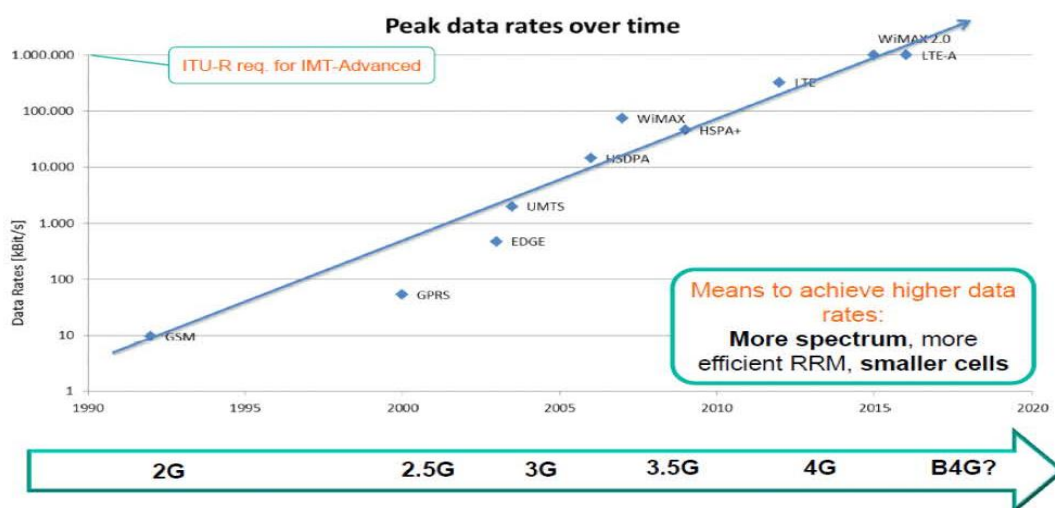


Figura 28 Evolución de las velocidades pico de las distintas generaciones de comunicaciones móviles, 1990-2020
Fuente: Niemegeers, I. & S. Heemstra de Groot (2015). Cognitive Radio+ for 5G and beyond. Eindhoven, Technical University Eindhoven

⁹⁵ Entre las que destacan Ericsson, FTTH Concil y la UIT.

8 Bibliografía

8.1 ¿Qué se entiende por ciudadanía digital?

"Ciudadanía digital: Una introducción a un nuevo concepto de ciudadano". José Manuel Robles Morales, 2008.

"Identidad y Ciudadanía: Un Reto a la Educación Intercultural". Margarita Bartolomé Pina, 2002.

Digital Citizenship. Using Technology Appropriately. **Error! Referencia de hipervínculo no válida.** Disponible en: <http://www.digitalcitizenship.net/>

"Plan Digital 2020. Digitalización de la Sociedad Española". CEOE 2016. Disponible en: http://contenidos.ceoe.es/CEOE/var/pool/pdf/publications_docs-file-334-plan-digital-2020-la-digitalizacion-de-la-sociedad-espanola.pdf

"Informe Comercio Electrónico Primer Trimestre 2017". CNMC 2017. Disponible en: <https://www.cnmc.es/node/365095>

"The Dark Side of The Digital Revolution | Let's Talk Payments". 2017.

"Closing the Feedback Loop. Can Technology Bridge the Accountability Gap?" Björn-Sören Gigler and Savita Bailur, Editors. The World Bank, 2014.

"Are we there yet? The Journey of Digital Citizen Engagement". Caroline Khene, 2017. Disponible en: <http://www.blog.mobisam.net/2017/05/are-we-there-yet-the-journey-of-digital-citizen-engagement/>

"A Point of View on New Education for Smart Citizenship". Cristina Martelli, Universidad de Florencia, 2017.

"Digital Citizenship and Surveillance Society. Introduction". Arne Hintz, Lina Dencik, Karin Wahl-Jorgensen, Cardiff University, 2017.

8.2 La formación del profesional digital

Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo para la creación del Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32006H0962>

The Digital Competence Framework 2.0. Comisión Europea. Disponible en: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digital-competence-framework>

"WiFi gratis para los europeos". Comisión Europea. Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/wifi4eu-wifi-gratis-para-los-europeos>

"Towards a European Gigabit Society". Comisión Europea. Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/broadband-europe>

"Learning at the speed of business". Richard Benson-Armer, Arne Gast, and Nick van Dam. Disponible en: <http://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/learning-at-the-speed-of-business>

Terminology of vocational training policy: a multilingual glossary for an enlarged Europe, Philippe Tissot, 2004. Disponible en: http://www.lets-go-netz.de/dokumente/glossar_berufsbildung_cedefop.pdf

LifeLong Learning – Education and Training. Stella Soni. TS051 –Learning and Teaching Methodology, 5945. Disponible en: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2012/papers/ts05i/TS05i_soni_5945.pdf

Lifelong learning; why do we need it? Marjaan Laal, MD; Peyman Salamati, MD, citando a diferente autores. - Social and Behavioral Sciences 31, 2012. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Marjan_Laal/publication/224766557_Lifelong_learning_Why_do_we_need_it/links/0fcfd4fba4597cb585000000/Lifelong-learning-Why-do-we-need-it.pdf

"The powerful benefits of lifelong learning" Hildebrand, D.S., 2008. Disponible en: <http://officearrow.com/training/the-powerful-benefits-of-lifelong-learning-oaiur-861/wiew.html>

"Integrating E-Learning into the Workplace". Internet and Higher Education vol 4 no. 3, Harum M. H., 2002.

E-learning in Workplaces. Farhad Daneshgar, Christine Van Toorn and Sau Chuen Edwin Chan. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Farhad_Daneshgar/publication/224397593_E-Learning_in_Workplaces/links/02bfe510415808ebee000000.pdf

"Work is learning, learning work.", Harold Jarcho, 2009. Disponible en: <http://jarcho.com/2009/05/work-is-learning-learning-work/>

"Social Learning Handbook", Jane Hart, 2014.

INCYDE, Instituto Cameral para la Creación y Desarrollo de la Empresa. Disponible en: <http://www.incyde.org/oferta-formativa>

CEOE-CEPYME. Cursos e-learning. Disponible en: <http://www.ceoeformacion.es/cursos-e-learning/>

"El desarrollo profesional de los trabajadores como ventaja competitiva de las empresas", N Nicolás Fernandez Losa, Cuadernos de Gestión, Vol 2, Nº 1, 2002. Disponible en: <http://www.ehu.es/cuadernosdegestion/documentos/214.pdf>

"Informe Randstad de Tendencias de RRHH", Randstad Research, Septiembre 2016. Disponible en: <https://research.randstad.es/wp-content/uploads/2016/10/InformeTendenciasRRHH.pdf>

INAP, Instituto Nacional de Administración Pública. Disponible en: <http://www.inap.es/cursos-de-seguridad-tic-en-colaboracion-con-el-ccn>

8.3 El empleo en la Sociedad Digital. Nuevas realidades

"The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond", World Economic Forum". Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

Fourth Industrial Revolution, [Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth_Industrial_Revolution). Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth_Industrial_Revolution

Canadá prueba la renta básica universal, [Crónica Global](https://cronicaglobal.elespanol.com/economia/politica-economia/canada-prueba-la-renta-basica-universal_71930_102.html), abril de 2017. Disponible en: https://cronicaglobal.elespanol.com/economia/politica-economia/canada-prueba-la-renta-basica-universal_71930_102.html

Cuarenta municipios holandeses planean experimentar con la renta básica universal, [eleconomista.es](http://www.eleconomista.es/economia/noticias/6912009/08/15/Cuarenta-municipios-holandeses-planean-experimentar-con-la-renta-basica-universal.html), agosto de 2015. Disponible en: <http://www.eleconomista.es/economia/noticias/6912009/08/15/Cuarenta-municipios-holandeses-planean-experimentar-con-la-renta-basica-universal.html>

Así funciona la renta básica universal de 560 euros en Finlandia, [cadena SER](http://cadenaser.com/ser/2017/06/23/internacional/1498218990_335591.html), junio 2017. Disponible en: http://cadenaser.com/ser/2017/06/23/internacional/1498218990_335591.html

"The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies", Brynjolfsson, MacAfee, 2014

"The future of employment: How susceptible are jobs to Computerization" Frey, Osborne, 2013

"Arbeitsfrei" Kurz, Rieger, 2013

"Why are there still so many Jobs? The History and Future of Workplace Automation", Autor, 2015

"How computer automation affects occupations: Technology, Jobs and Skills", Bessen, 2016

"The risk of automation for Jobs in OECD countries: A comparative analysis" Arntz, Gregory y Ziehran, 2016

"The future of Jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth Industrial Revolution" World Economic Forum, 2016

"Artificial intelligence, Automation and Economy" Executive Office of the President of USA, 2016

"Analysis of the impact of robotic systems on employment in the European Union" Fraunhofer ISI, 2015

"La reinversión digital: una oportunidad para España" COTEC. 2017. Disponible en: <http://cotec.es/media/La-reinversi%C3%B3n-digital-de-Espa%C3%B1a.pdf>

"A new comprehensive Digital Skills Indicator", Comisión Europea, Digital Single Market, febrero 2016. Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/new-comprehensive-digital-skills-indicator>

"Digital Economy and Society Index (DESI) 2017", Comisión Europea. Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-economy-and-society-index-desi-2017>

"Towards a Fairer Gig Economy", Mark Graham, Oxford Internet Institute, Julio 2017.

Autocontrol. Disponible en: <https://www.autocontrol.es/>

Adigital reclama la adaptación del marco normativo laboral a las plataformas digitales, Europa Press, julio 2017. <http://www.europapress.es/economia/macroeconomia-00338/noticia-adigital-reclama-adaptacion-marco-normativo-laboral-plataformas-digitales-20170718150729.html>

"The future of employment: How susceptible are jobs to Computerization" Frey, Osbourne, 2013

Good Work. "The Taylor Review of Modern Working Practices". Matthew Taylor, Greg Marsh, Diane Nicol, Paul Broadbent, julio 2017. Disponible en:

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/627671/good-work-taylor-review-modern-working-practices-rg.pdf

Proyecto de Informe con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil sobre robótica (2015/2103(INL)). Disponible en:

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+COMPARL+PE-582.443+01+DOC+PDF+V0//ES>

"The situation of workers in the collaborative economy". Parlamento Europeo, 2016. Disponible en: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2016/587316/IPOL_IDA\(2016\)587316_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2016/587316/IPOL_IDA(2016)587316_EN.pdf)

"Re imagining Work Green Paper". Work 4.0, Federal Ministry of Labour and Social affairs. Disponible en: http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/arbeiten-4-0-green-paper.pdf?__blob=publicationFile&v=2

"Re imagining Work White Paper". Work 4.0, Federal Ministry of Labour and Social affairs. Disponible en: http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/EN/PDF-Publikationen/a883-white-paper.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Informe de la Ponencia. Proposición de Ley de Reformas Urgentes del Trabajo Autónomo, 4 de julio de 2017. Disponible en: http://www.congreso.es/public_oficiales/L12/CONG/BOCG/B/BOCG-12-B-56-5.PDF

Programa Nacional de Reformas. Reino de España 2017, Ministerio de Economía, Industria y Conectividad. Disponible en: http://www.mineco.gob.es/stfls/mineco/comun/pdf/170503_np_reformas.pdf

"Un safari digital para poner a España en la 'pole' de la transformación". Retina, El País, octubre de 2017. Disponible en: https://retina.elpais.com/retina/2017/10/26/tendencias/1509034883_998216.html

Digital Economic Opportunity in Spain: How Digitalization may boost the Spanish Economy, Accenture, Sep. 2017. Disponible en: https://www.accenture.com/t00010101T000000Z_w_/es-es/_acnmedia/PDF-59/MWCBAccenture-Strategy-Digital-Transformation--Executive-Summary.pdf

"The countries leading the fourth industrial revolution", BBVA, octubre 2017. Disponible en: <https://www.bbva.com/en/countries-leading-fourth-industrial-revolution/>

Las tecnologías que cambian tus negocios, "Retina, El País", octubre 2017. Disponible en: https://retina.elpais.com/retina/2017/10/27/tendencias/1509102255_681819.html

"The 10 countries best prepared for the new digital economy", Keith Breene, *World Economic Forum*, Julio 2016. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2016/07/countries-best-prepared-for-the-new-digital-economy/>

"Makers: The New Industrial Revolution", Chris Anderson, Oct. 2012.

"How AI Boosts Industry Profits and Innovation", Mark Purdy and Paul Daugherty, Junio 2017, *Retina El País*. Disponible en: https://retina.elpais.com/retina/2017/04/05/tendencias/1491379805_530184.html

Artificial Intelligence is the future of growth, Mark Purdy and Paul Daugherty, 2016. Disponible en: https://www.accenture.com/t20170927T080049Z_w_us-en_acnmedia/PDF-33/Accenture-AI-Economic-Growth-Infographic.pdf#zoom=50

The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the U.S. Labor Market, *American Economic Review* 103, Dorn, 2013.

Profit sharing, Wikipedia. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Profit_sharing

Once profesiones nuevas que van a dar mucho que hablar, *Silvia Leal, El País #talento*. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2016/10/26/talento_digital/1477502097_899751.html

"Start on the road to a Self-Driving Car career, Udacity.com." Disponible en: <https://www.udacity.com/course/intro-to-self-driving-cars--nd113>

El futuro de la realidad aumentada, más allá de Pokémon GO, *Forbes México*, Julio 2016. Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/futuro-la-realidad-aumentada-mas-alla-pokemon-go/#gs.jH=w5hQ>

Nanomedicina. Wikipedia. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Nanomedicina>

"The Internet of Things and Wearable Technology: Addressing Privacy and Security Concerns without Derailing Innovation". Adam D. Thierer, 2015, *Richmond Journal of Law and Technology* Volumen 2 Issue 2. Disponible en: <http://scholarship.richmond.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1409&context=jolt>

8.4 Infraestructuras habilitadoras de la Transformación Digital. Sociedad Gigabit

"Connectivity for a Competitive Digital Single Market - Towards a European Gigabit Society", Comisión Europea 2016, 14 de septiembre de 2016. Disponible en: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=17182

Ciudades europeas. La definición funcional de zona urbana de la UE y de la OCDE, OCED 2011 actualizado a 2016. Disponible en: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/European_cities_%E2%80%93_the_EU-OECD_functional_urban_area_definition

"Las redes transeuropeas: orientaciones", Parlamento Europeo 2013. Disponible en: http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/es/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.8.1.html

"Creating a Gigabit Society", Vodafone, octubre 2016. Disponible en:

http://www.vodafone.com/content/dam/group/policy/downloads/Vodafone_Group_Call_for_the_Gigabit_SocietyFV.pdf

Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece el Código de Europeo de Comunicaciones Electrónicas, Comisión Europea, octubre 2016. Disponible en:

http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:c5ee8d55-7a56-11e6-b076-01aa75ed71a1.0013.02/DOC_1&format=PDF

Directiva 2002/19/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de marzo de 2002, relativa al acceso a las redes de comunicaciones electrónicas y sus recursos asociadas, y a su interconexión (Directiva de Acceso), marzo 2002. Disponible en:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0019:EN:HTML>

Directiva 2002/20/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de marzo de 2002, sobre la autorización de las redes y servicios de comunicaciones electrónicas (Directiva de Autorización), marzo 2002. Disponible en:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0020:EN:HTML>

Directiva 2002/21/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de marzo de 2002, por la que se establece un marco regulatorio común para las redes y servicios de comunicaciones electrónicas (Directiva Marco), marzo 2002. Disponible en:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0021:EN:HTML>

Directiva 2002/22/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de marzo de 2002, por la que se establece el servicio universal y los derechos de los usuarios de las redes y servicios de comunicaciones electrónicas (Directiva Servicio Universal), marzo 2002. Disponible en:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0022:EN:HTML>

Directiva 2002/58/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de julio de 2002, concerniente al procesamiento de los datos personales y la protección de la privacidad en las redes y servicios de comunicaciones electrónicas (Directiva de Privacidad y comunicaciones electrónicas), julio 2002. Disponible en:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0058:EN:HTML>

Directiva 2009/140/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, por la que se modifican la Directiva 2002/21/CE relativa a un marco regulador común de las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas, y las directivas 2002/19/CE y 2002/20/CE. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/AUTO/?uri=celex:32009L0140>

Directiva 2009/136/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, por la que se modifican la Directiva 2002/22/CE relativa al servicio universal y los derechos de los usuarios en relación con las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas, la Directiva 2002/58/CE relativa al tratamiento de los datos personales y a la protección de la intimidad en el sector de las comunicaciones electrónicas y el Reglamento (CE) nº 2006/2004 sobre la cooperación en materia de protección de los consumidores, noviembre 2009. Disponible en:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex:32009L0136>

Reglamento (CE) nº 1211/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, por el que se establece el Organismo de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas (ORECE) y la Oficina, Comisión Europea 2009c, noviembre 2009. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex:32009R1211>

La política de las comunicaciones electrónicas de la Unión Europea, Antonio Alabau y Luis Guijarro L, 2011, Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://personales.upv.es/lguijar/book/AlabauGuijarro2011es.pdf>

Agenda Digital para Europa, Comisión Europea, mayo 2010. Disponible en: https://europa.eu/european-union/file/1501/download_es?token=3I7D0Fil

Propuestas reguladoras en favor de un continente conectado, Comisión Europea, septiembre 2013. Disponible en: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-779_es.htm

Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece el Organismo de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas, Comisión Europea, septiembre 2016. Disponible en: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/ES/COM-2016-591-F1-ES-MAIN.PDF>

Decisión 243/2012/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2012 por la que se establece un programa plurianual de política del espectro radioeléctrico, Comisión Europea, marzo 2012. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2012/081/L00007-00017.pdf>

5G Roadmaps, 5G-PPP 2017. Disponible en: <https://5g-ppp.eu/roadmaps/>

Anuario de Digiworld, IDATE, mayo 2016. Disponible en: http://www.idate.org/en/News/DigiWorld-Yearbook-2016_949.html

"The Mobile Economy in Europe", GSMA 2016. Disponible en: http://www.gsma.com/mobileeconomy/archive/GSMA_ME_Europe_2015.pdf

"5G for Europe: An Action Plan", Comisión Europea, septiembre 2016. Disponible en: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=17131

"5G for Europe: An Action Plan (Staff Working Document)", Comisión Europea, septiembre 2016. Disponible en: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=17132

Encuesta "Help to Design EU #5G Action Plan", Comisión Europea junio 2016. Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/have-your-say-coordinated-introduction-5g-networks-europe>

Projects 5G Worldwide Service Revenue to Reach \$247 Billion in 2025, ABI Research, abril 2016. Disponible en: <https://www.abiresearch.com/press/abi-research-projects-5g-worldwide-service-revenue/>

5G Manifesto for timely deployment of 5G in Europe, Gavin Patterson, Timotheus Höttges, Hans Vestberg, Christian Salbaing, Rupert Pearce, Inmarsat plc Rajeev Suri, Stéphane Richard Leroy, Proximus, Eelco Blok, Royal KPN N.V. Karim Michel Sabbagh, SES Allison Kirkby, Flavio Cattaneo,

José María Álvarez-Pallete, Alejandro Plater, Sigve Brekke, Johan Dannelind, Vittorio Colao, julio 2016. Disponible en:

http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?action=display&doc_id=16579

5G-PPP 2016. "5G Empowering Vertical Industries", febrero 2016. Disponible en: https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2016/02/BROCHURE_5PPP_BAT2_PL.pdf

Plan Nacional 5G 2018-2020, Secretaria de Estado para la Sociedad de la Información y la Agenda Digital del Ministerio de Energía Turismo y Agenda Digital, 1 de diciembre de 2017, MINETAD 2017a.. Disponible en: http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/es-ES/Novedades/Documents/plan_nacional_5g.pdf

Resolución ITU-R 238, *Studies on frequency-related matters for International Mobile Telecommunications identification including possible additional allocations to the mobile services on a primary basis in portion(s) of the frequency range between 24.25 and 86 GHz for the future development of International Mobile Telecommunications for 2020 and beyond*, UIT, noviembre 2015. Disponible en:

https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0c/0a/ROCOA00000C0014PDFE.pdf

Página Web de la iniciativa Wifi4EU, Comisión Europea 2016. Disponible en:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/wifi4eu-wifi-gratis-para-los-europeos>

Hoja informativa: La iniciativa WiFi4EU: ¿cómo funciona?, Comisión Europea 2017. Disponible en: [http://europa.eu/rapid/press-release MEMO-17-1536 es.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-1536_es.htm)

"Bringing it all together in WiFi4EU" - presentation from the B-DAY: Going Giga, Hervé Dupuy, Nov 2016. Disponible en: https://ec.europa.eu/digital-single-market/events/cf/b-day-going-giga/document.cfm?doc_id=36544

WIK-Deloitte-IDATE "Access regimes for network investment and business models in Europe" SMART 2015/0002. Disponible en: <http://www.wik.org/index.php?id=768&L=1>

Cognitive Radio+ for 5G and beyond, Niemegeers, I. & S. Heemstra de Groot, Technical University Eindhoven, 2015.



colegio oficial
ingenieros
de telecomunicación



C/ Almagro, 2 - 1º izda.

28010 Madrid

coit@coit.es



asociación española
ingenieros
de telecomunicación

C/ General Arrando, 38

28010 Madrid

aeit@aeit.es