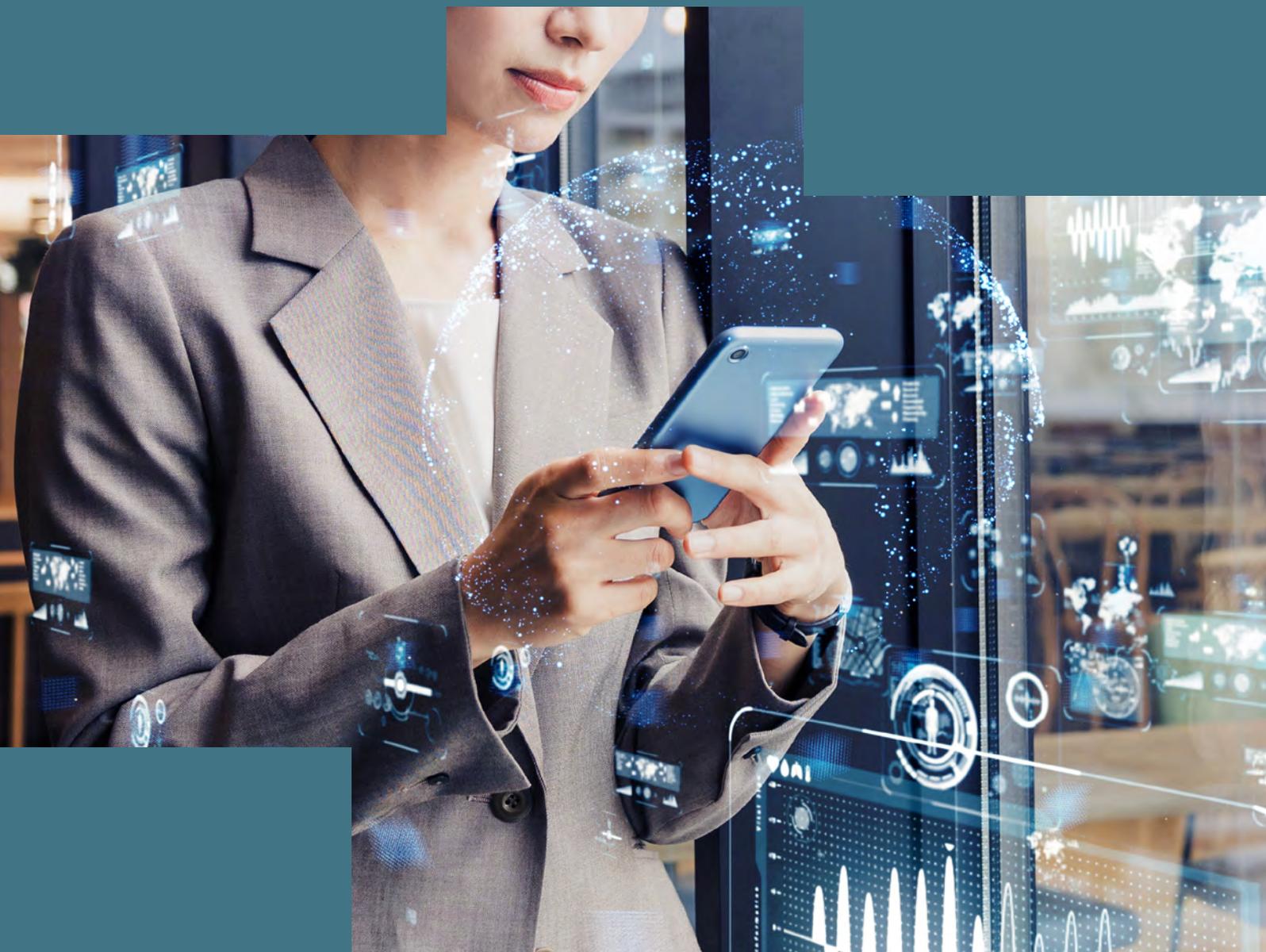


Cuadernos de Tecnología  
**evoca**

# 5G HOY REALIDAD Y MITOS



	<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>3</b>
	<b>La receta española del 5G</b>	
	Maite Arcos, ex-directora general de Telecomunicaciones y Ordenación de los Servicios de Comunicación Audiovisual	4
	<b>5G: R-evolución</b>	
	Marta Balenciaga Arrieta, decana-presidente COIT	11
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>
	El 5G ya está aquí	17
	5G como motor de la recuperación post-pandemia	17
	Impacto económico del 5G	18
	¿Cuál es la percepción de los ciudadanos sobre el 5G?	19
	Y después del 5G viene el 6G	19
<b>2</b>	<b>PANORAMA ACTUAL DEL 5G</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>EL ESTADO DEL ARTE EN EL MUNDO</b>	<b>20</b>
	El caso de la Unión Europea	20
	El estado del arte en otros países: los casos de Estados Unidos y de China	22
	La geopolítica llega al 5G	22
	<b>Economía digital, geopolítica y 5G</b>	
	Ignacio del Castillo. Diario Expansión	24
<b>2.2</b>	<b>EL 5G EN ESPAÑA</b>	<b>32</b>
	<b>Los retos pendientes del 5G en España</b>	
	Emilia Pérez. Agencia Efe	36
<b>3</b>	<b>REALIDAD Y MITOS SOBRE EL 5G</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS REALES</b>	<b>43</b>
	Casos de uso	43
<b>3.2</b>	<b>INVERSIÓN NECESARIA Y SOSTENIBILIDAD</b>	<b>50</b>
	<b>5G, del debate a la sostenibilidad</b>	
	Lluís Inglada Renau. Director del Área de Innovación y Desarrollo del Territorio del Institut Cerdà	55
<b>3.3</b>	<b>5G Y SALUD</b>	<b>59</b>
	<b>La tecnología 5G y efectos sobre la salud</b>	
	Francisco Vargas. Director científico del Comité Científico Asesor de Radiofrecuencias y Salud (CCARS)	63
<b>3.4</b>	<b>LOS BULOS SOBRE EL 5G Y LA PANDEMIA COVID-19</b>	<b>72</b>
	<b>Maldita radiofrecuencia: desinformación sobre el 5G</b>	
	Laura Chaparro. coordinadora editorial de Maldita.es	73
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>86</b>
<b>5</b>	<b>GLOSARIO</b>	<b>91</b>

Esta publicación ha sido posible gracias a la colaboración de Cellnex



Los cuadernos de tecnología son una iniciativa de **Evoca Comunicación e Imagen**, una nueva colección destinada a divulgar las últimas novedades del sector tecnológico.

En la realización de este Cuaderno han participado Julio Cerezo, Pepe Cerezo y José Miguel Roca.

**Edita**  
Evoca Comunicación e Imagen  
Marqués de Urquijo, 11.  
28008 Madrid  
www.evocaimagen.com  
info@evocaimagen.com

**Diseño gráfico**  
Tau Diseño  
taudesign.com

# PRESENTACIÓN

En 2018, desde Evoca lanzamos una nueva colección titulada **Cuadernos de Tecnología**, dirigida a divulgar las últimas novedades del sector tecnológico y de las telecomunicaciones. Y elegimos **“El impacto del 5G”** como el primer informe de la colección por su trascendencia económica y su carácter disruptivo.

Tres años más tarde, una vez asistido al lanzamiento comercial de la quinta generación de telefonía móvil, publicamos un nuevo Cuaderno con el 5G como protagonista: **“El 5G hoy: realidad y mitos”**. En él tratamos de explicar, de la mano de expertos y especialistas en diversas áreas: Salud, ordenación del territorio, verificación de noticias, administración pública, qué hay de realidad en torno al 5G y qué mitos perviven todavía hoy en torno a esta nueva tecnología y a su completa implantación.

**El Cuaderno repasa la situación hoy en el mundo y en nuestro país del 5G y los pasos pendientes en su desarrollo, con el foco puesto también en las consecuencias geopolíticas de una tecnología llamada a transformar la industria y la actividad económica de la sociedad actual.** Entre los mitos que acompañan al 5G en su andadura se encuentran la escasa demanda de servicios avanzados sobre el nuevo sistema; las teorías sobre los supuestos efectos perjudiciales sobre la salud, las dudas sobre su viabilidad por las necesidades de inversión que requiere el despliegue de las infraestructuras vinculadas a 5G o los bulos que persiguen a la quinta generación de telefonía móvil desde antes de su aparición.

Para abordar todas estas cuestiones, tenemos el placer de contar con la participación de **Mai-te Arcos**, que siendo directora general de Telecomunicaciones y Ordenación de los Servicios de Comunicación Audiovisual, redactó el artículo que abre este Cuaderno; con **Marta Balenciaga Arrieta**, decana-presidente del Colegio de Ingenieros de Telecomunicación (COIT). Con los periodistas expertos en el sector, **Ignacio del Castillo** y **Emilia Pérez**, que llevan muchos años cubriendo la actualidad de las telecomunicaciones y que en sus artículos tratan la situación internacional y la doméstica del 5G, respectivamente. Para analizar el despliegue de infraestructuras y el debate sobre la sostenibilidad colabora **Lluís Anglada**, del Institut Cerdà. Y para el análisis de los bulos sobre el 5G y los supuestos problemas con la salud, contamos con **Laura Chaparro**, de Maldita.es, y **Francisco Vargas**, del CCARS.

Queremos agradecer también la colaboración de **Cellnex**, el operador español de infraestructuras de **telecomunicaciones** presente en 12 países europeos, que ha hecho posible la publicación de este Cuaderno **“El 5G hoy: realidad y mitos”**.

# La receta española del 5G

por MAITE ARCOS

EX-DIRECTORA GENERAL DE TELECOMUNICACIONES Y ORDENACIÓN  
DE LOS SERVICIOS DE COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL

TÉCNICO COMERCIAL Y ECONOMISTA DEL ESTADO

La tecnología 5G abre un mundo de posibilidades cuyo potencial aún estamos explorando. Todo apunta a que el 5G va a tener el mayor impacto sobre el B2B, sobre el mundo empresarial y las actividades económicas (industria, servicios, agro, energía) frente a generaciones anteriores, cuyos efectos se produjeron, sobre todo, en el ámbito residencial, en el de las comunicaciones interpersonales. Porque el 5G no aporta únicamente un mayor ancho de banda. A diferencia de sus predecesoras, esta generación conlleva un conjunto de innovaciones mucho más rico y cuyo alcance se verá multiplicado por la coexistencia y complementariedad con otras herramientas tecnológicas también en pleno desarrollo como la Inteligencia Artificial y el *machine learning*, la virtualización de las redes y el *Open Ran*... Todo un universo de posibilidades que se realimentan entre sí y cuyos límites aún estamos lejos de vislumbrar. El 5G no será únicamente una evolución del 4G, sino una disrupción con gran impacto en la mejora de la competitividad de las empresas que hayan abrazado la transformación digital. Traducido a cifras de la Comisión Europea, el impacto económico del 5G supondrá inversiones millonarias y la creación de más de 300.000 puestos de trabajo en España.

Pero esos aspectos son sólo lo relativo a la frontera tecnológica. Y como toda tecnología, para que se convierta en una realidad, y una realidad vibrante, debe ser acompañada del contexto adecuado para que sea económicamente sostenible e incluso apoyada por la iniciativa pública allí donde el mercado no sea capaz de reflejar las necesidades sociales en tiempo y forma. En definitiva, como de costumbre, la tecnología es condición necesaria pero no suficiente. La buena noticia es que cuando consideramos esos factores adicionales, tenemos que concluir que España goza de una buena situación de partida.

## La frontera tecnológica enriquecida del 5G

Estamos muy habituados a que las sucesivas renovaciones tecnológicas de la telefonía móvil impliquen un mayor ancho de banda. Desde que el 3G nos permitió llevar una incipiente (y muy limitada) conexión a Internet en nuestro bolsillo nos hemos acostumbrado a demandar más rápida y mejor conectividad allá donde vamos. Y no sólo para obtener información, sino para obtener nuestra ubicación e indicaciones en mapas en tiempo real y para intercambiar vídeos que no sólo descargamos, sino que "subimos" a la red para compartir con miles de usuarios.

El 5G también implicará una mayor capacidad de ancho de banda. De hecho, se espera que se puedan alcanzar velocidades superiores a los 10Gbps, lo que supone mejoras que pueden ser hasta 100 veces la tasa de datos con las redes 4G. Pero esto sólo tendrá los efectos ya conocidos: la descarga y subida de archivos a mayor velocidad, incluso los de mayor calidad de imagen en video, en ultradefinición.

Hay otras características de la tecnología 5G que la diferencian de generaciones anteriores. Aspectos como la baja latencia, la capacidad para conectar millones de terminales de forma simultánea, o la capacidad para gestionar diferentes tipos de servicios desde el mismo punto de acceso tendrán consecuencias muy diversas y con efecto de "bola de nieve" sobre las actividades económicas que hoy desarrollamos. Imaginemos algunos impactos probables.

Una red con muy baja latencia, es decir, una red en la que, por ejemplo, las comunicaciones entre los terminales y la red de acceso se producen casi instantáneamente permite que los *gamers* sean más felices, ya que las órdenes que accionen desde el joystick tendrán respuesta inmediata en la nube y en el desarrollo del juego, evitándoles errores debidos al retardo de la red. Pero más allá de los juegos on line, la baja latencia permitirá diseñar estructuras en las que la inteligencia, la capacidad de procesamiento, no esté necesariamente ubicada en el terminal, sino que puede situarse en una parte de la red, preferiblemente la más cercana al usuario (*edge computing*) sin que el usuario pierda capacidades desde su terminal. Simplemente la capacidad de procesamiento, en lugar de estar en su *smartphone*, estará en la antena de telefonía 5G. Y este desplazamiento no es inocuo. Ese cambio puede significar un abaratamiento sustancial de los terminales (no necesitan incorporar potentes procesadores), lo que a su vez puede significar la viabilidad económica de muchas actividades que hasta ahora no resultaban rentables por el coste de los terminales inalámbricos, ya sean sensores del tipo de los utilizados en actividades agrícolas o ganaderas, en servicios de *Smart Cities* o en servicios de realidad virtual o aumentada en los que "las gafas" utilizadas hasta ahora eran demasiado caras para generalizar los servicios. A raíz del *edge computing* y el 5G con su baja latencia, los *business cases* de todas estas actividades necesitan ser revisados en profundidad: su umbral de rentabilidad mínima disminuirá y, quizá, servicios y aplicaciones que hasta ahora eran posibles tecnológicamente pero no económicamente viables adquieren otro cariz y otras perspectivas de negocio.

Ello permitirá considerar nuevas aplicaciones en el mundo empresarial. En el campo del mantenimiento remoto, puesto que con realidad virtual será posible que una instalación industrial sea reparada en tiempo real desde los servicios centrales actuando sobre un "*digital twin*" del objeto a reparar. Esto es una forma de control remoto que se puede aplicar a actividades con robótica, por ejemplo en el caso de la telecirugía permitiendo que un solo profesional pueda aplicar sus capacidades de superespecialista a distancia sin



necesidad de desplazarse físicamente, lo que incrementará sus posibilidades de actuación exponencialmente.

Pero también abaratará el precio y peso de los drones, que se podrán ver liberados de la carga de procesamiento, incrementando así sus posibilidades para servicios en los que hoy son prohibitivos, como la inspección y revisión de instalaciones de gran extensión (líneas férreas, carreteras, gasoductos, túneles, antenas, torres de alta tensión), de difícil acceso (plataformas petrolíferas, tanques de almacenamiento, antenas, torres de alta tensión), tareas de prevención de incendios en parques naturales o incluso su aplicación a actividades de logística.

## OTRA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL 5G ES SU CAPACIDAD PARA GESTIONAR COMUNICACIONES CON MILLONES DE DISPOSITIVOS DE MANERA SIMULTÁNEA

Incluso el mundo de la producción audiovisual está explorando las posibilidades que abre utilizar una cámara equipada con 5G (sin hilos y por tanto unidades con plena libertad de movimientos) con la que, al menos parte de la edición y producción de contenidos se pueda hacer en la nube (*edge computing*) sin necesidad de trasladar pesadas unidades móviles de captación y reemisión de la señal en eventos. Y algo equivalente es aplicable a una "fábrica sin hilos", en la que las líneas de producción sean rápida y fácilmente reconfigurables gracias a las posibilidades de rediseño de la ubicación de los robots y la reprogramación en la nube (*edge computing*) de los procesos de producción en una evolución ulterior de la Industria

4.0. Todo ello sin olvidar las aplicaciones de estas características a numerosas aplicaciones en servicios de movilidad inteligente, no sólo residencial, sino industrial como los servicios de logística o la movilidad en recintos como puertos o aeropuertos.

Otra de las características del 5G es su capacidad para gestionar comunicaciones con millones de dispositivos de manera simultánea. Podemos olvidar las limitaciones actuales de las celdas de las redes móviles que superado un cierto nivel de usuarios consumiendo ancho de banda quedan fuera de servicio. Las redes 5G superan esa capacidad en varios órdenes de magnitud haciendo posible que el mundo del *Internet of Things* cobre una nueva dimensión. Si podemos instalar millones de sensores (más baratos y duraderos porque no necesitan tener procesadores) en actividades agrícolas y ganaderas o en puntos del municipio para obtener información relevante para los *Smart Cities* o en millones de puntos de redes de energía (*smartgrids*), estaremos aplicando inteligencia a actividades que hasta ahora quedaban excluidas de las ventajas de la digitalización masiva por dificultad o por la falta de rentabilidad en los proyectos de transformación digital. Ahora el 5G los hará posibles. Pero también se abren nuevas posibilidades de negocio cuando pensamos en las posibilidades de evolución de los *wearables* conectados directamente a la red, más allá de las pulseras de actividad vinculadas a nuestros *smartphones* actuales. Un mundo en el que nuestra ropa, nuestras mascotas, nuestros electrodomésticos, nuestras casas, nuestras maletas, nuestros vehículos, las señales de tráfico, las estaciones meteorológicas, nuestros asistentes personales... todo esté conectado a la nube mediante 5G significa que estaremos generando millones de datos que, estructurados en *data lakes* permitirán expandir las posibilidades de la Inteligencia Artificial y la gestión de cualquier situación con predicciones más acertadas y, por tanto, con menor grado de incertidumbre y tomando decisiones de manera más eficiente.

También el 5G permitirá el *network slicing*, es decir, diferenciar servicios prestados a diferentes usuarios dentro de la misma celda lo que, unido a la virtualización de las redes y su actualización mediante actualizaciones de software va a permitir que los operadores de

telecomunicaciones puedan personalizar y rediseñar servicios finales de conectividad con mucha mayor rapidez y un time to market mucho más reducido, tanto que van a poder asemejarse en agilidad a los admirados OTTs.

En definitiva, la tecnología 5G abre un enorme abanico de posibilidades que, en un contexto adecuado, y con los apoyos públicos necesarios, puede tener un impacto significativo en la mejora de la productividad de las actividades industriales y, por tanto, contribuir a la recuperación y la resiliencia de la economía española.

### Contexto económico e iniciativa pública

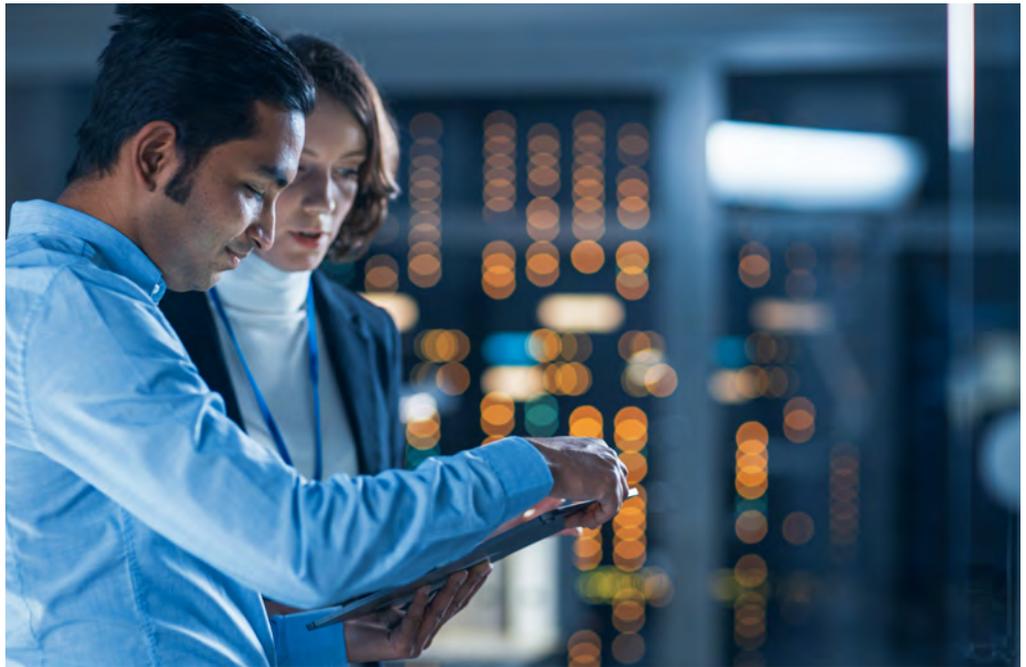
Más allá de las posibilidades del 5G en el laboratorio, el 5G en el mundo real necesita unas ciertas condiciones de contexto económicas para poder desplegar todo su potencial con mayor rapidez. La tecnología sólo dibuja el horizonte alcanzable potencialmente, pero si los fundamentos económicos del negocio no son sostenibles, esa frontera únicamente será una quimera. Y junto a la lógica del mercado, la iniciativa pública puede apuntalar en gran medida las posibilidades del despliegue del 5G y, sobre todo, la aceleración de las inversiones necesarias en las zonas menos atractivas desde el punto de vista económico.

## JUNTO A LA LÓGICA DEL MERCADO, LA INICIATIVA PÚBLICA PUEDE APUNTALAR EN GRAN MEDIDA LAS POSIBILIDADES DEL DESPLIEGUE DEL 5G

Además, la iniciativa pública condiciona en gran medida algunos elementos cuya disponibilidad temporal y económica son fundamentales para la construcción del modelo de negocio. Esto es directamente aplicable a la disponibilidad de las bandas de frecuencias necesarias para la tecnología 5G. La disponibilidad del espectro radioeléctrico en tiempo y condiciones económicas adecuadas incide directamente en la disponibilidad de servicios *stand alone* 5G en tiempo y forma. Y a ese respecto el Gobierno español está cumpliendo las expectativas de manera muy satisfactoria.

De las tres bandas señaladas como prioritarias por la Comisión europea para el desarrollo de los servicios 5G, las frecuencias en dos de ellas estarán asignadas en el primer semestre de 2021. En realidad, España fue pionera en la adjudicación de la banda de 3,6GHz a los operadores interesados, ya que la mayor parte se licitó en julio de 2018 (y se ha completado con la adjudicación de los 20MHz restantes en marzo de 2021).

La banda de 700MHz, objeto de un gran interés por parte de los operadores de telecomunicaciones por sus interesantes posibilidades de propagación, especialmente para cobertura en zonas rurales e *indoor*, ha necesitado un proceso más largo de preparación debido al necesario movimiento previo de los servicios de radiodifusión que hasta el pasado año ocupaban estas frecuencias. El llamado segundo dividendo digital que, además de su complejidad técnica, sufrió retrasos debido a las medidas de restricción de movilidad derivados de la pandemia, finalizó en octubre de 2020. Desde entonces se ha preparado la licitación de esa banda, incluyendo una consulta pública sobre las condiciones de la futura subasta, como novedad en los procesos de licitación. El siguiente paso será la apertura de licitación de los ocho bloques de frecuencias: una concesión de 2x10 MHz; 4 concesiones de 2x5 MHz, en la banda pareada 703-733 MHz y 758-788 MHz, y tres concesiones de 5 MHz para comunicaciones solo descendentes en la banda 738-753 MHz.



Respecto a la banda de 26GHz, la de mayor aplicación para aplicaciones industriales, también está previsto avanzar en la definición de la licitación a lo largo de este año, si bien será necesario comprobar que ha cambiado el interés por parte de los agentes en el mercado, a diferencia de las opiniones recabadas en la consulta pública realizada en 2017 sobre el Plan Nacional 5G.

También la iniciativa pública ha promovido la puesta en marcha de pilotos de servicios 5G. El 30 de julio de 2020 se adjudicaron 40 millones de euros para financiar ocho proyectos piloto 5G que están explorando casos de uso y aplicaciones de esta tecnología en trece sectores económicos, desde la seguridad, hasta la educación y la industria pasando por la agricultura, el turismo o la producción de televisión. Esto se une a la convocatoria anterior en la que se financiaron dos proyectos piloto con otros 20 millones de euros. Estas convocatorias, junto a las iniciativas privadas han convertido a España en el país europeo con mayor número de proyectos piloto en marcha, según el Observatorio Europeo 5G, muy por delante de Alemania que ocupa el segundo lugar.

Adicionalmente, el marco regulatorio condiciona, ya sea en sentido positivo o en negativo, el ritmo y amplitud del despliegue de las redes de telecomunicaciones en general, y las de 5G en particular. En ese sentido España cuenta con una posición ventajosa de partida ya que la vigente Ley General de Telecomunicaciones estableció un mecanismo innovador y muy proactivo para agilizar y simplificar la tramitación de las autorizaciones necesarias para el despliegue de redes de telecomunicaciones. Los instrumentos previstos en el Capítulo II del Título III de la Ley facilitan la coordinación interadministrativa y potencian el régimen de comunicación en la obtención de las autorizaciones necesarias en los diferentes niveles de las Administraciones públicas para favorecer las inversiones en unas infraestructuras tan esenciales como las de telecomunicaciones. Las posibilidades abiertas por esa Ley fueron tantas que algunas aún no han sido plenamente utilizadas y aún queda un amplio recorrido para seguir potenciando aspectos que incentiven aún más el proceso inversor en nuevas tecnologías como el 5G. A este marco general ya vigente hay que añadir el muy oportuno complemento que ha supuesto la aprobación del Reglamento 1070 en 2020, sobre las características de los puntos de acceso inalámbrico para pequeñas áreas, las conocidas como

smallcells. Las redes 5G en ámbitos urbanos, con millones de objetos conectados (automóviles, vehículos de transporte urbano, sensores para servicios *Smart City*, *wearables*, etc) necesitan un diseño mucho más denso de las células necesarias para gestionar todo el tráfico generado. Esto implicará la instalación de múltiples smallcells que, como su propio nombre indica, cubrirán áreas de pequeña dimensión, pero serán capaces de soportar grandes cantidades de información hacia los elementos inteligentes (*edge computing*). La ubicación

de esas pequeñas instalaciones requiere un contexto normativo ágil y fácil, de forma que la carga burocrática o económica no sea un lastre que penalice el desarrollo de la tecnología 5G. El hecho de que ese marco ya haya sido adelantado por la Unión Europea, y por tanto sea homogéneo para todo el Mercado Único es una muestra de la relevancia estratégica que las autoridades comunitarias otorgan al desarrollo del 5G y el reconocimiento de la importancia de disponer de un marco normativo adecuado para garantizarlo. Todo ello sin olvidar la referencia que existe en dicho Reglamento al nivel de emisiones radioeléctricas que debe ser respetado por dichas

instalaciones para garantizar la salud de las personas, de acuerdo con las conclusiones de las autoridades sanitarias. Este nivel de referencia, que es el que está establecido en la normativa española para todas las instalaciones de radiocomunicaciones, no sólo para las de 5G, también son un elemento que proporcionar seguridad y certidumbre a los ciudadanos y las Administraciones frente a los intentos de grupos minoritarios con intereses particulares de generar ruido, especialmente en otros países de la UE. En definitiva, el marco normativo también está preparado para colaborar en un despliegue rápido, seguro y sin fricciones de las redes de última generación en telefonía móvil.

Otro de los aspectos en los que el marco normativo puede contribuir al correcto desarrollo del 5G es el de la ciberseguridad. En un contexto mundial de feroz competencia mundial entre empresas fabricantes de equipos en la carrera del 5G, con países formulando acusaciones más o menos veladas, alentando sospechas de injerencias gubernamentales que tratan de justificar la adopción de medidas normativas de bloqueo comercial de ciertos fabricantes, las inversiones en el despliegue de la nueva tecnología se pueden resentir. Por un lado, la posibilidad de que algún regulador adopte vetos sobre ciertos fabricantes en las redes desplegadas en su ámbito territorial genera incertidumbre y otorga poder estratégico a los fabricantes no vetados para poder ejercer un poder de mercado mayor que el que les otorgarían sus propias ventajas competitivas comerciales. Esto puede encarecer el coste del equipamiento de los operadores móviles 5G. Pero también los titubeos y sobre todo, la elección de fabricantes favorecidos por la exclusión del veto pero en posiciones más retrasadas en la carrera tecnológica pueden retrasar los despliegues en los países afectados. El Ministro Digital del Reino Unido lo expresó claramente el pasado mes de julio, cuando el Consejo de Seguridad Nacional británico vetó Huawei tras las sanciones del gobierno de los Estados Unidos. En esos momentos Dowden afirmó que esa decisión retrasará el despliegue del 5G dos o tres años en el Reino Unido y supondrá un sobrecoste de al menos 2.000 millones de libras en los planes de despliegue.

Con el objetivo de paliar en la mayor medida posible las negativas consecuencias de la incertidumbre y reforzar la garantía de la seguridad de las redes 5G en España, se está tramitando un Anteproyecto de Ley específico sobre ciberseguridad 5G cuyo borrador fue sometido a consulta pública el pasado mes de diciembre.

## EL MARCO NORMATIVO ESTÁ PREPARADO PARA COLABORAR EN UN DESPLIEGUE RÁPIDO, SEGURO Y SIN FRICCIONES DE LAS REDES 5G

## EL GOBIERNO HA DISEÑADO UNA ESTRATEGIA DE IMPULSO AL 5G PARA EL PERIODO 2021-2024, DOTADA CON 2.000 MILLONES DE EUROS

Y sobre este bagaje no hay que olvidar un factor que resulta muy positivo para cimentar la posición española ante esta nueva ola tecnológica: la dotación de infraestructuras de redes de fibra ya desplegadas. La gran cantidad de datos que serán captadas por las redes de acceso 5G necesitan ser gestionadas a través de redes de fibra capilares que conecten los miles de nodos distribuidos por el territorio. A este respecto el liderazgo alcanzado por España como consecuencia de las inversiones de los últimos años es un factor diferencial a favor de nuestro país. No hay que olvidar que según los últimos datos publicados por la Comisión UE la cobertura de redes de fibra hasta el hogar en España supera el 80% en cobertura de la población, muy por encima de la media europea (del 33,5%). Los despliegues realizados sólo en España equivalen a la suma total de la fibra desplegada en Francia, Alemania e Italia en términos de porcentaje poblacional.

Y teniendo en mente esta favorable situación de partida, el Gobierno ha diseñado una Estrategia de impulso al 5G para el periodo 2021-2024, dotada con 2.000 millones de euros y que complementarán la iniciativa privada allí donde las condiciones económicas sean menos atractivas para la iniciativa privada hasta movilizar inversiones por valor de 24.000 millones de euros durante ese periodo.

En definitiva, tenemos la tecnología, tenemos los despliegues de fibra, tenemos la estrategia diseñada y los fondos necesarios para acelerar el despliegue y complementar la financiación en para que el despliegue garantice la cohesión social y territorial. Todos los ingredientes necesarios para que, con el trabajo en colaboración de todas las partes, alcancemos un éxito compartido en el desarrollo del 5G en España. ●

# 5G: R-evolución

por MARTA BALENCIAGA ARRIETA

DECANA-PRESIDENTE DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN (COIT)

PRESIDENTA DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN (AEIT)

La 4ª acepción de la palabra “revolución” según la RAE es: “Cambio rápido y profundo en cualquier cosa”. Tradicionalmente, cada hito distintivo de la evolución tecnológica ha ido marcando lo que se ha denominado una “nueva generación” en el caso de las comunicaciones móviles, pero también en otros campos: los dispositivos electrónicos, desde las válvulas de vacío hasta los circuitos integrados pasando por el transistor ha permitido a la computación transitar por distintas generaciones. Igual ha ocurrido con los lenguajes de programación. El carácter disruptivo de algunas de estas generaciones ha dado lugar a auténticas revoluciones, por su capacidad de obrar cambios no sólo de carácter “cuantitativo”, sino también de tipo “cualitativo”.

La quinta generación de telefonía móvil o 5G no va ser un mero cambio tecnológico, porque se espera que tenga un impacto mucho mayor, dado que será el componente tecnológico esencial en la transformación digital de la sociedad y de la economía. Sin embargo, si nos atenemos a la propia definición de “revolución”, sí estamos hablando de cambios profundos a nivel social y económico, pero no tan rápidos, sino escalados en el tiempo de forma gradual para rentabilizar las inversiones realizadas en 4G.

No se trata de ser agoreros ni pesimistas sino de reconocer que lo que veremos primero será una evolución más que una revolución, de forma que no nos llevemos a engaños. Así, lo que



estamos viendo inicialmente es casi como un 4G más. En una sociedad móvil por naturaleza, donde nos trasladamos por motivos laborales, de ocio o familiares, queda patente la necesidad de redes móviles de más velocidad, con más capacidades y más eficientes.

Pero los despliegues incipientes de 5G se han topado con un invitado inesperado: la pandemia del COVID-19, lo que ha cambiado y trastocado aún más los planes de todo el mundo. No obstante, lo que podría verse como un frenazo debe convertirse en el acicate para lograr la ansiada recuperación.

Aunque estemos en los inicios del 5G, ya hay una serie de cuestiones claras: cada generación de telefonía móvil ha supuesto grandes ganancias respecto de la anterior; las comunicaciones móviles necesitan un estándar global; la cooperación de todos los agentes es indispensable; el binomio tecnologías habilitadoras digitales / 5G es de mutua necesidad; los aspectos geopolíticos asociados pueden condicionar todo su potencial impacto y, por último, es necesario disponer de la capacidad tecnológica suficiente. Sólo así podrán venir los conocidos popularmente como casos de uso, que no son más que tareas y procesos que se vienen realizando habitualmente y que el 5G puede ayudar a que sean más eficientes y eficaces.

## ES TAREA DE LA ADMINISTRACIÓN LOGRAR QUE LOS BENEFICIOS DEL 5G LLEGUEN A TODAS LAS ZONAS PARA PODER OFRECER UNA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES

Hay otros asuntos inherentes a esta tecnología que no cambian: el problema de acceso a estas redes en zonas rurales o el uso de un recurso escaso como el espectro y las condiciones para optar al mismo. A pesar de todos los intentos por democratizar su acceso y ser neutral con el desarrollo territorial, el criterio determinante para priorizar los despliegues sigue siendo la rentabilidad económica. Es tarea de la Administración lograr que los beneficios del 5G lleguen a todas las zonas para poder ofrecer una igualdad de oportunidades. Igualmente, es tarea de la Administración tener una visión en el horizonte y no ser cortoplacista en los procesos de licitación que se lleven a cabo, analizando los beneficios indirectos que para la economía del país puede tener versus el ingreso recaudatorio derivado directo de la licitación.

Todo esto no significa, ni mucho menos, que se rebajen las expectativas creadas; se trata de ser justos con la realidad de manera que no tengamos que recurrir al famoso dicho taurino "tarde de expectación, tarde de decepción". Dar forma a esta **(r)evolución** es la tarea que, como Ingenieros de Telecomunicación, tenemos por delante.

Como cualquier cambio tecnológico, surgen retos y oportunidades y una resistencia al cambio que provoca recelos o rechazos ¿Estamos preparados como sociedad? ¿El entorno empresarial está preparado para aceptar este cambio? La digitalización y la transformación digital están provocando y provocarán profundos cambios, algunos de ellos inimaginables: la transformación de los productos en servicios, lo tangible se ha convertido en bits; cambios en los patrones de consumo; nuevos empleos y profesiones que todavía carecen de un nombre propio; hábitos sociales diferentes...

La tecnología, y particularmente el 5G, se torna fundamental y eje de este nuevo paradigma. Será una realidad si es aceptada y si se piensa que es lo suficientemente segura, aportando un valor añadido y estando al servicio de la sociedad, aunque como colectivo vamos a tener un desafío constante: combatir la desinformación con datos veraces y fiables.

## LAS CUESTIONES LIGADAS A LA PRIVACIDAD HACEN NECESARIO QUE LAS INFRAESTRUCTURAS DE 5G SE DEFINAN DESDE EL DISEÑO Y POR DEFECTO

También tenemos como profesión unos retos apasionantes a los que dar respuesta para una aceptación y confianza de las empresas y la ciudadanía. Mientras que las empresas de telecomunicaciones afrontan sin duda su mayor desafío (una implementación fluida del 5G), la tarea para el resto del mundo empresarial es garantizar la preparación necesaria para beneficiarse de la nueva tecnología. El cambio a la nube será esencial, ya que el 5G se basa en gran medida en la virtualización. Los Ingenieros de Telecomunicación tienen un reto apasionante por delante: ayudar a las empresas a detectar aquellas tareas o procesos donde el 5G puede mejorar los tiempos

de respuestas, la reducción de costes, etc. para implementar casos de uso que sean beneficiosos para las organizaciones.

Por otro lado, los aspectos de ciberseguridad pueden provocar un fuerte rechazo si no se cuenta con las capacidades adecuadas, por ejemplo, en la manipulación o alteración de servicios y sistemas de conducción automática o en los servicios prestados mediante la interacción hombre-máquina que se realizarán a distancia.

Las cuestiones ligadas a la privacidad hacen necesario que las infraestructuras de 5G se definan desde el diseño y por defecto. Los desarrolladores y fabricantes de equipos de la tecnología base de red para 5G tendrán el deber de suministrar productos con un adecuado nivel de cumplimiento del RGPD que facilite el despliegue de redes. A su vez, el resto de los agentes que presten servicio dentro de esas redes de comunicaciones, creando y gestionando nuevos productos y servicios, tendrán también un nivel de responsabilidad en la implementación de medidas y garantías.

Otro de los aspectos en el que es necesaria una reflexión son las normativas y estándares relativos al tratamiento y conservación de datos de tráfico por los operadores de telecomunicación, en particular con relación a la georreferenciación. Por ejemplo, la Ley 25/2007 (transposición de la Directiva 2006/24/EC), de 18 de octubre, de conservación de datos relativos a las comunicaciones electrónicas y a las redes públicas de comunicaciones, es aprobada cuando la resolución estándar de georreferenciación de las redes 1G a 3G exigía a los operadores localizar a los usuarios con una precisión de entre 100 y 300 metros en el plano.

En la actualidad, las redes 4G exigen una precisión de 50 metros, pero con 5G se alcanzarán resoluciones inferiores a un metro en tres dimensiones. La amenaza a la privacidad que suponía en el año 2007 la conservación de información de geolocalización no es comparable a la que puede suponer un escenario en el que se hayan desplegado redes 5G. Por lo tanto, es necesario adaptar la normativa para establecer garantías adecuadas al tratamiento de la nueva información de tráfico y, sobre todo, en relación con su conservación.

Pero ¿qué será absolutamente diferencial y determinante para su desarrollo? Pues entre otros factores, la implementación de casos de uso que precisen de una baja latencia a nivel individual, empresarial o socio-económico generando mejoras en la calidad de vida; la aceleración de los procesos de innovación; el aumento de la seguridad de la vida humana y la reducción de los decesos y accidentes; el perfeccionamiento de los procesos logísticos; el avance en los sistemas de salud; el aumento de la conectividad y trazabilidad de las personas o las cosas y, en general, la mejora de la eficiencia de los procesos industriales, de los costes de transporte, de la seguridad y la vigilancia de los domicilios, etc.



**HABRÁ QUE VIGILAR QUE EL CONSUMO DE ENERGÍA NO SE DISPARE. NOS PUEDE AYUDAR EL DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA CONSEGUIR UNA MEJORA EN ESTE COMPROMISO TAN CRÍTICO DE POTENCIA Y CONSUMO**

En el caso de uso de la medicina, por ejemplo, no es lo mismo la cirugía asistida, donde los milisegundos y la precisión puede ser determinante, que el envío masivo de información de datos de salud o historiales médicos, donde una demora de unos segundos no implica ningún riesgo vital. En el vehículo conectado no es lo mismo, por ejemplo, la necesidad de detectar vehículos o peatones próximos en movimiento (*platooning*) que poner en marcha el sistema de entretenimiento e información del vehículo (*infotainment*). En el primer caso, unos milisegundos de más pueden suponer no frenar suficientemente rápido, no detectar un obstáculo, etc., mientras que en el segundo supuesto este mismo retraso solo puede tener como consecuencia que la película que vamos viendo o la información que el vehículo envíe al taller se demoren unos milisegundos más, lo que no cambia nada. Para ello, se precisarán acuerdos al

nivel de los servicios prestados, pero ¿las empresas estarán dispuestas a ello? ¿un jugador online estará dispuesto a pagar más por tener una baja latencia?

Para mejorar la velocidad de transferencia y el tiempo de respuesta sensiblemente, será necesario recurrir a frecuencias por encima de 6 GHz. Obviamente, hay problemas que habrá que solucionar. Por ejemplo, en la transmisión de señales por encima de 6 GHz, los niveles de atenuación son más elevados que en bandas inferiores. Además, esas señales son más sensibles a los obstáculos físicos que puedan interponerse en su camino de transmisión (paredes, etc.). En definitiva, si queremos que la señal llegue más lejos, se requiere más potencia. Pero habrá que vigilar que el consumo de energía no se dispare. Nos puede ayudar el desarrollo de nuevas tecnologías para conseguir una mejora en este compromiso tan crítico de potencia y consumo.

Además, debido a las diferentes bandas que se están barajando en función de las regiones, probablemente veremos terminales móviles con una cantidad elevada de antenas internas, con tal de preservar la compatibilidad entre los distintos países a nivel operativo. Si no es

así, habrá que cambiar de móvil cuando se viaje. Esto determinará que las antenas y los componentes de radio-transmisión pueden llegar a ser la parte más compleja de integrar en un dispositivo. Es un reto de calado para los diseñadores: las frecuencias son muy elevadas y los dispositivos muy reducidos.

Para concluir este viaje por la (r)evolución del 5G hagamos un resumen de los retos que se han ido describiendo y seamos capaces de alcanzarlos y superarlos en un proceso que se pone en marcha a nivel mundial.

Para superar la brecha digital, aunemos esfuerzos para dotar de cobertura a las zonas del entorno rural con despliegue de fibra óptica, ya que es necesaria para aprovechar la máxima potencialidad de 5G; reduzcamos los plazos para el despliegue en estas zonas, y evaluemos las bandas de frecuencias más altas para aprovechar al máximo las excelentes características de 5G.

## PARA SUPERAR LA BRECHA DIGITAL, AUNEMOS ESFUERZOS PARA DOTAR DE COBERTURA A LAS ZONAS DEL ENTORNO RURAL CON DESPLIEGUE DE FIBRA ÓPTICA

Además de tener muy en cuenta aspectos como la privacidad y la ciberseguridad, tenemos que definir nuevos modelos de negocio basados en la provisión de servicios y no tanto en el consumo de datos, y debemos superar el reto de la coordinación entre administraciones con dosis de formación, de información y de consenso, sin olvidar, por supuesto, la importancia de suministrar a los ciudadanos información veraz, basada en la evidencia científica, para

evitar situaciones de percepción distorsionada del riesgo en lo referente a las radiofrecuencias y la salud de las personas.

En definitiva, una **(r)evolución** en todos los planos que ya ha comenzado. Y como nuestra profesión abanderará cambios tecnológicos constantemente, y nos hace disponer de un perfil, cambiante, creativo y con gran capacidad de adaptación, ya estamos trabajando en la próxima re-revolución de telefonía móvil: 6G. ●

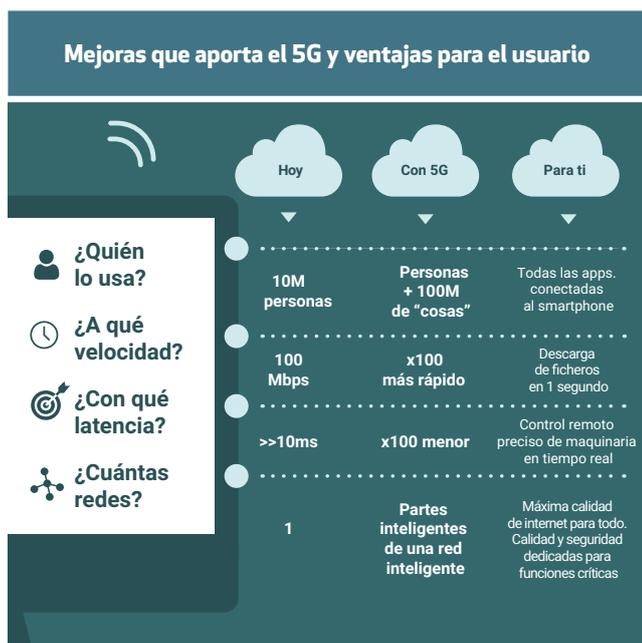
# 1. Introducción



La tecnología 5G, la quinta generación de la telefonía móvil, supone mucho más que una nueva etapa de las comunicaciones móviles o la generación que sucede a la que ha sido la dominante durante los últimos años, el 4G. Lejos quedan ya los inicios de la telefonía móvil y una primera generación de la tecnología que arranca en 1979 con un carácter analógico y un uso restringido a la voz. Más de 30 años después, el 5G promete una auténtica revolución en la forma de hacer las cosas en la sociedad y en el mundo económico e industrial, fruto de sus potentes mejoras tecnológicas, que más allá de la voz, permiten mayores velocidades de transmisión de datos, tiempos de respuesta más cortos (latencias más bajas), la conexión más eficiente de un gran número de dispositivos o la posibilidad de crear arquitecturas de red virtual independientes en una única infraestructura física común de una manera eficiente y sencilla (network slicing)<sup>1</sup>.

La combinación de todas estas posibilidades es la base de una nueva revolución de las telecomunicaciones y abre un mundo de posibilidades a los operadores de telecomunicaciones, a todo tipo de sectores de actividad económica e industrial y en cualquier área de la sociedad. El 5G ejercerá una fuerza transformadora en el tejido industrial y de servicios, convirtiéndose en un factor clave para la competitividad y el avance tecnológico, a la vez que contribuirá a modernizar la sociedad. Desde el punto de vista de las infraestructuras, el 5G va a suponer un cambio disruptivo en la forma de diseñar y construir las redes que soportarán las aplicaciones y servicios del futuro, así como en las relaciones entre los operadores de telecomunicaciones y los agentes de los diferentes sectores, que deberán colaborar de forma más estrecha para asegurar la conectividad y la personalización de las soluciones de futuro que demandarán empresas e industrias.

Más que una nueva generación de la telefonía móvil, el 5G nace para convertirse en un elemento clave para llevar a nuevos niveles la innovación en todo tipo de áreas y para generar un profundo impacto en la economía y en la sociedad a largo plazo.



Fuente: 5G and us: A European story, 2020. ETNO

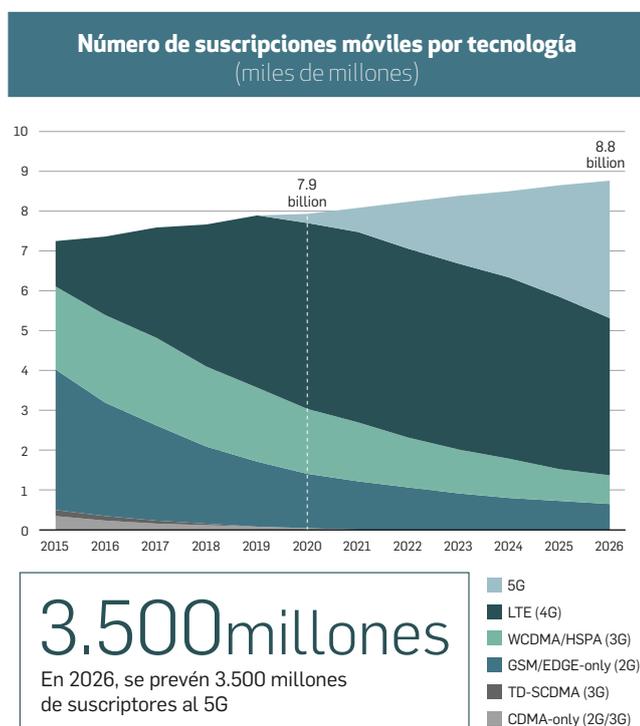
## El 5G ya está aquí

El año 2020, además de por temas como la crisis sanitaria, puede considerarse también como el año de la llegada del 5G y como el año en el que esta tecnología ha dejado de ser considerada como una novedad. Esos doce meses han visto como se multiplicaban los dispositivos, las aplicaciones y las pruebas piloto del 5G, así como el despliegue de redes con esta tecnología, de forma que a finales de 2020 cerca de 1.000 millones de personas, equivalentes al 15% de la población del planeta, contaban con cobertura de la quinta generación de la telefonía móvil.

En un año muy marcado por la pandemia de la COVID-19, la evolución del número de suscripciones a la telefonía móvil ha sufrido serios altibajos, con una cierta variabilidad según la región geográfica, debido a los

<sup>1</sup> 5G and us: A European story, 2020. ETNO. <https://www.etno.eu/news/all-news/677:5g-and-us-a-european-story.html>

confinamientos y a las limitaciones de la actividad productiva y comercial. Pero las tendencias a nivel global muestran que el 5G empieza a hacerse notar en materia de suscripciones y usuarios. Si, a finales de 2020, el número de suscripciones al 5G se situaba a nivel mundial en 220 millones, las previsiones sitúan esta cifra en 3.500 millones en 2026, suponiendo en ese momento el 40% del total de suscripciones de todas las tecnologías móviles<sup>2</sup>, aunque en ese periodo de seis años la tecnología dominante a nivel mundial seguirá siendo la LTE (Long Term Evolution)-4G. En 2026, la región con mayor porcentaje de suscripciones 5G será América del Norte, con el 80% del total.



Fuente: Ericsson Mobility Report. November 2020. Ericsson.

Desde la óptica del consumo de datos, a finales de 2020 el tráfico de datos móviles se ha situado en los 51 exabites por mes, cifra que se estima que se multiplicará por 4,5 en 2026 hasta alcanzar los 226 exabites. Estos valores representan los datos móviles que consumen más de 6.000 millones de personas a través del uso de smartphones, ordenadores portátiles y otros dispositivos digitales. En 2026, los análisis señalan que el 54% del tráfico total de datos móviles viajará por redes 5G<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Ericsson Mobility Report. November 2020. Ericsson. <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2020/11/more-than-1-billion-people-will-have-access-to-5g-coverage-by-the-end-of-2020>

<sup>3</sup> Ericsson Mobility Report. November 2020. Ericsson. <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2020/11/more-than-1-billion-people-will-have-access-to-5g-coverage-by-the-end-of-2020>

## 5G como motor de la recuperación post-pandemia

La pandemia de la COVID-19 ha supuesto un test de estrés para las redes y los sistemas de comunicaciones que se han visto sometidos a una gran presión derivada del aumento de consumo y de la multiplicación de las necesidades. Este fenómeno, que ha supuesto cambios rápidos y radicales, ha acelerado también la digitalización de muchas de las actividades humanas tanto en la esfera económica como en la social, lo que ha provocado un salto cuantitativo en lo digital que ha llegado para quedarse. Conforme los efectos de la pandemia en todos los ámbitos empiecen a disminuir y la nueva normalidad a asentarse, las tecnologías digitales, y entre ellas las móviles, van a ser un aliado fundamental de una recuperación en la que la conectividad de banda ancha en cualquier parte va a ser más fundamental y crítica que nunca.

El análisis de la conectividad durante la pandemia muestra cinco tendencias con un profundo impacto en los sistemas de comunicación<sup>4</sup>:

- ➔ El cambio masivo hacia el trabajo en remoto.
- ➔ La sustitución de las clases presenciales por la educación online.
- ➔ El paso de las reuniones en persona a la socialización online.
- ➔ La transformación del comercio y del retail, derivada de los cambios bruscos en el comportamiento de los consumidores.
- ➔ La respuesta global a la crisis de la sanidad pública.

Como resultado de todas estas tendencias, se han multiplicado los casos de uso de las tecnologías móviles y han ido surgiendo otros nuevos en los que el 5G será cada vez más importante como resultado de sus posibilidades y de las mejoras tecnológicas que aporta.

Así, por ejemplo, como consecuencia de la pandemia los Gobiernos se encuentran con importantes retos para conseguir proteger la salud de sus ciudadanos y mantener la productividad de la fuerza laboral. Antes esos retos, la tecnología 5G puede ayudar a acelerar la transformación digital de los servicios esenciales y de las actuaciones en el puesto de trabajo<sup>5</sup>:

<sup>4</sup> 5G Outlook Series: The Impact of Mobile Technology on the Response to COVID-19. 2020. World Economic Forum y PwC. <https://www.weforum.org/reports/5g-outlook-series-the-impact-of-mobile-technology-on-the-response-to-covid-19>

<sup>5</sup> 5G Outlook Series: Transforming Essential Services for Economic Recovery in the Great Reset. 2020. World Economic Forum y PwC. <https://www.weforum.org/whitepapers/5g-outlook-series-transforming-essential-services-for-economic-recovery-in-the-great-reset>

- ➔ Impulsando el cambio a sistemas sanitarios predictivos, preventivos, personalizados y participativos.
- ➔ Generando confianza en el transporte público para que los ciudadanos puedan viajar de forma segura a sus lugares de trabajo y puedan volver con tranquilidad al centro de las ciudades.
- ➔ Multiplicando el uso de la realidad extendida como una alternativa más inmersiva a las herramientas colaborativas en el puesto de trabajo.

El aumento del ritmo de la transformación digital derivado de la pandemia va a potenciar el papel del 5G en un mundo post-COVID. Las redes móviles 5G son las primeras diseñadas para conectar de forma masiva a personas y máquinas<sup>6</sup>, por lo que ofrecen una gran oportunidad para la digitalización de un mundo que se recupera de la pandemia global. La tecnología 5G va a ser, sin duda, un aliado fundamental en la recuperación económica y social que demanda la nueva normalidad, un catalizador de la Industria 4.0 y una herramienta capaz de ofrecer mayor flexibilidad y capacidad de resiliencia para hacer frente a futuros riesgos e incertidumbres.

### Impacto económico del 5G

Un análisis<sup>7</sup> realizado por PwC a partir de los actuales y futuros casos de uso del 5G en cinco sectores (asistencia sanitaria y social, servicios públicos, consumo y media, fabricación y servicios financieros) y ocho países de varios continentes, concluye que esta tecnología móvil añadirá 1,3 billones de dólares de valor al PIB mundial en 2030.

La distribución de esa cantidad por sectores es la siguiente:

- ➔ Asistencia sanitaria y social: 40% del total (generación de valor por menores estancias de los pacientes en el hospital, interacciones doctor-paciente por streaming, transporte de equipos médicos y terapias mediante drones y mejora de la experiencia de paciente y de la eficacia de la telemedicina).
- ➔ Servicios públicos: 25% del total (generación de valor por redes de suministro y contadores inteligentes, mejora de la gestión de residuos y reducción de los residuos sólidos y reducción de las pérdidas de agua).
- ➔ Consumo y media: 19% del total (generación de valor por el marketing en tiempo real y las relaciones con el cliente y por la prestación de servicios de juegos online y de media vía OTTs).
- ➔ Fabricación: 10% del total (generación de valor por el uso de robots y vehículos autónomos en instalaciones industriales).
- ➔ Servicios financieros: 6% del total (generación de valor por la mejora de la experiencia de cliente y por la reducción de pérdidas debidas a fraudes).

Un análisis<sup>8</sup> similar realizado por BCG para el caso de Estados Unidos estima que el despliegue de la tecnología 5G contribuirá con entre 1,4 y 1,7 billones de dólares al PIB en una década y creará entre 3,8 y 4,6 millones de empleos. Este crecimiento vendrá de forma directa de la mano de la inversión en infraestructuras y de forma indirecta facilitando un nivel de innovación que transformará todos los sectores de la economía estadounidense en ciudades y comunidades de todos los tamaños. Tres sectores, en particular, se beneficiarán de los casos de uso del 5G: los servicios de información, la industria manufacturera y la sanidad.

**Valor añadido del 5G en el PIB en 2030**  
(valores 2019)



Fuente: PwC, 2021.

6 5G Outlook Series: Enabling Inclusive Long-term Opportunities. 2021. World Economic Forum y PwC. <https://www.weforum.org/reports/5g-outlook-series-enabling-inclusive-long-term-opportunities>

7 The global economic impact of 5G. Powering your tomorrow. 2021. PwC. <https://www.pwc.com/gx/en/news-room/press-releases/2021/powering-your-tomorrow-5G-report.html>

8 5G Promises Massive Job and GDP Growth in the US. 2021. BCG. <https://www.bcg.com/press/2february2021-5g-economy-will-spur-massive-gdp-and-job-growth-across-the-us>

## ¿Cuál es la percepción de los ciudadanos sobre el 5G?

Además del impacto del 5G en los proveedores de redes y servicios y en los usuarios empresariales e industriales, los ciudadanos también son claves a la hora del éxito de esta tecnología, en su doble vertiente de consumidores y de miembros de la sociedad. En general, a nivel global europeo y a nivel español, los ciudadanos ven de forma positiva la popularización de la tecnología 5G, especialmente los más jóvenes, consideran que su expansión puede mejorar la sociedad, son conscientes de las grandes áreas de mayor impacto y valoran sobre todo la velocidad de datos para las descargas. Sin embargo, no disponen de un buen conocimiento sobre la tecnología, existe un cierto grado de desinformación que ha dado lugar a diferentes mitos que no son fáciles de erradicar y se hace necesario un mayor nivel de información sobre el 5G por parte de todos los agentes, incluidos los Gobiernos.

### Percepciones del 5G entre los españoles<sup>9</sup> (2020)

- El 54% de los españoles cree que la sociedad va a mejorar con la llegada del 5G.
- Las áreas con mayor nivel de mejora serán la hiperconectividad, la educación, la forma de trabajar y el sistema de salud.
- El 64% tiene un conocimiento bajo o muy bajo sobre el 5G y sus beneficios.
- La mayoría de los consultados relaciona los beneficios con la rapidez de descarga, seguida de un mejor rendimiento, una buena conectividad y la facilidad para las conexiones simultáneas.
- Para el 74% la mayor ventaja de esta tecnología es la posibilidad de disponer de conectividad en todo momento, independientemente de dónde se encuentre el usuario.

Fuente: Samsung e Ipsos

### Conocimientos del 5G entre los europeos<sup>10</sup> (2020)

- Por cada europeo que ve de forma negativa el 5G hay 5,5 que lo valoran de forma positiva.
- Los jóvenes europeos tienen una actitud más positiva frente al 5G, mientras que los de mayor edad presentan más a menudo una actitud neutra.
- Sólo una minoría de europeos se cree los mitos del 5G (impacto en salud, impacto en privacidad, etc.), pero una importante proporción de ciudadanos no está segura de la falsedad de los mitos.
- El número de fuentes de información y el nivel de información tienen un gran impacto en la actitud hacia el 5G.
- El aumento de la velocidad de transmisión de datos y de la capacidad son las ventajas más conocidas del 5G sobre el 4G. Los europeos con un mejor conocimiento del 5G son los más conscientes de que la tecnología trae consigo nuevas aplicaciones y posibilidades.

Fuente: ETNO e Ipsos

## Y después del 5G viene el 6G

Como la evolución de las tecnologías digitales no se detiene, en plena fase de crecimiento y expansión de la tecnología, las redes y los servicios 5G hay ya indicios de lo que puede suponer la siguiente generación, el 6G. Hay ya centros de investigación, grandes empresas fabricantes y Gobiernos que muestran interés por ese nuevo paso en la evolución de las comunicaciones móviles, que por lo menos requerirá cerca de una década para que se convierta en realidad. Sus principales características y ventajas se centrarán, una vez más, en mayor velocidad, latencias más bajas, mayor capacidad para transmitir datos, menor consumo y optimización del parque de antenas necesarias. Otro aspecto importante y decisivo del 6G puede ser su conexión con la inteligencia artificial para potenciar sistemas inteligentes, capaces de gestionar, procesar y aprovechar grandes volúmenes de datos en tiempo real y en cualquier tipo de ubicación.

9 Percepciones sobre 5G entre los españoles. 2020. Samsung e Ipsos. <https://news.samsung.com/es/el-54-de-los-espanoles-creo-que-la-sociedad-va-a-mejorar-con-la-llegada-del-5g>

10 5G Awareness & Needs. European Study. 2020. ETNO e Ipsos. <https://www.etno.eu/news/all-news/682-eu-5g-sentiment-2020.html>

## 2. Panorama actual del 5G



### 2.1 EL ESTADO DEL ARTE EN EL MUNDO

#### El caso de la Unión Europea

El desarrollo de la tecnología 5G ha sido una prioridad para la Unión Europea desde el momento en el que dejó de ser un concepto tecnológico teórico para ir convirtiéndose en un proyecto necesario para la economía y la sociedad de la región. Por ello, la Comisión Europea ha ido adoptando diferentes decisiones, a la vez que su desarrollo iba avanzando.

Como primer paso, en 2016 la Comisión aprobó el "Plan de Acción de la 5G para Europa", con los objetivos de impulsar una coordinación adecuada entre los países, generar un ambiente propicio para la inversión en las redes 5G y crear nuevos ecosistemas innovadores, con la vista puesta de mejorar la competitividad europea y ofrecer beneficios concretos a la sociedad.

En diciembre de 2018 entró en vigor el European Electronic Communications Code, que fijó un marco de condiciones para las inversiones en 5G en la Unión Europea. El marco requería a los Estados miembro que pusieran a disposición de los operadores interesados las bandas de frecuencias identificadas para el 5G antes de finales de 2020, garantizando la seguridad de las inversiones en licencias de espectro por, al menos, 20 años.

En febrero de 2020, la Comisión adoptó para el periodo 2020-25 la estrategia denominada "Configurando el futuro digital de Europa". En uno de sus pilares (la tecnología al servicio de las personas), se incluye como una de las metas la de alcanzar una cobertura ininterrumpida de 5G en las grandes zonas urbanas y en las principales vías de comunicación (autopistas, autovías y líneas de ferrocarril), antes de 2025.

Por último, dentro de su "Estrategia anual de crecimiento sostenible 2021", la Comisión Europea proporciona orientaciones a los Estados miembros sobre la presentación de planes de recuperación y resiliencia en el marco

del "Mecanismo de Recuperación y Resiliencia". En esa estrategia se incluyen una serie de proyectos emblemáticos, entre los que se encuentran los de conexión y puesta en marcha de servicios de banda ancha en todas las regiones y hogares, incluidos los basados en redes de fibra y 5G<sup>1</sup>.

Durante el periodo 2018-2020, las autoridades de la Unión Europea han tomado medidas para facilitar la introducción del 5G, básicamente a través del impulso de estrategias nacionales de 5G y de la preparación de actuaciones de asignación de espectro. Los operadores móviles europeos, por su parte, han estado trabajando con los fabricantes de equipos y con diferentes agentes sectoriales en la preparación de sus servicios y en la realización de grandes pruebas piloto para validar las prestaciones del 5G. A finales de 2020, el despliegue de redes y servicios 5G en la Unión Europea mostraba un ritmo sostenido, de forma que 24 de los 28 países de la Unión Europea más el Reino Unido contaban con servicios comerciales disponibles, en algunos casos a través de más de un proveedor<sup>2</sup>. Además, los operadores estaban implicados en 199 pruebas piloto de la quinta generación en los 28 países, lo que supone un notable incremento desde las 138 de dos años atrás. España lidera a nivel de la Unión Europea los rankings de ciudades conectadas y de pruebas piloto.

1 Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G. 2020. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. [https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/201201\\_np\\_conectividad.aspx](https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/201201_np_conectividad.aspx)

2 5G Observatory Quarterly Report 10. Up to December 2020. European 5G Observatory, Comisión Europea e Idate. <http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/01/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-10.pdf>

### Países de la Unión Europea más el Reino Unido con servicios comerciales 5G (diciembre de 2020)



Fuente: IDATE DigiWorld

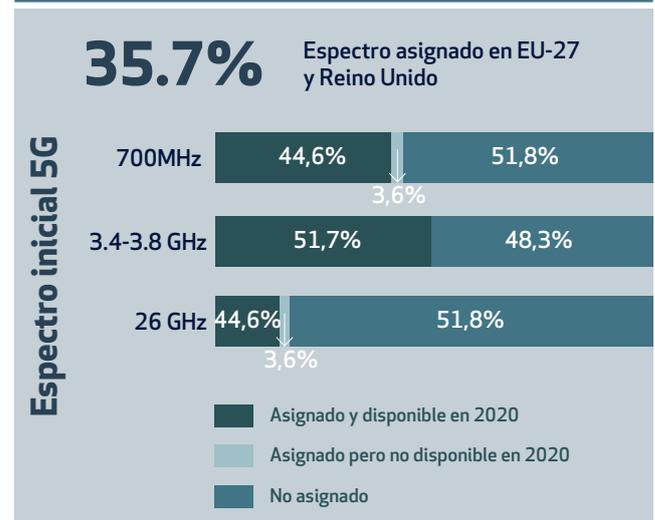
En esta fase de transición entre generaciones de telefonía móvil, la práctica totalidad de los servicios de la quinta generación en Europa se ofrecen sobre las redes 4G existentes mejoradas, es decir 5G non-standalone (3GPP Release 15) o NSA. A medio plazo los operadores de comunicaciones móviles van a desplegar redes exclusivas con tecnología 5G, redes 5G standalone (SA), que permiten ofrecer todas las prestaciones asociadas a la nueva generación móvil<sup>3</sup>.

La asignación de espectro en las tres bandas de frecuencias identificadas a nivel de la Unión Europea (700 MHz, 3,4-3,8 GHz y 26 GHz) se encuentra retrasada en esta área geográfica respecto a los planes iniciales debido a la pandemia, que ha obligado a posponer las subastas en muchos países. Además, dado el reducido número de usuarios del 5G en Europa, no ha habido fenómenos de congestión que obligaran a acelerar la asignación de bandas. Como resultado de todo ello, al finalizar 2020, sólo tres países (Finlandia, Grecia e Italia) habían asignado espectro en las tres bandas y de forma global únicamente el 35,7% del total del

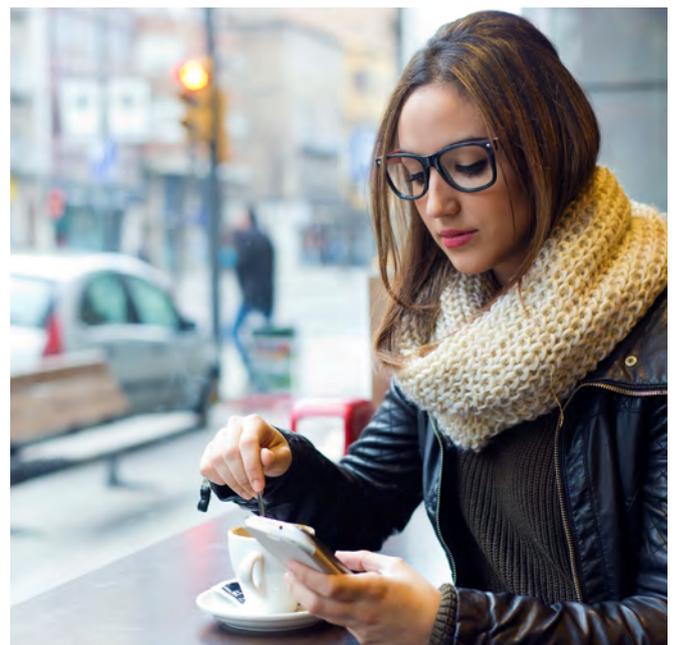
3 TECNOLOGÍA 5G. Transformación Digital de la Sociedad. 2020. Cellnex.

espectro disponible en los 28 países estaba asignado<sup>4</sup>. Por bandas, la más asignada es la de 3,4-3,8 GHz (16 países de 28), seguida por la de 700 MHz (14 países). Finalmente, sólo tres países han asignado espectro en la banda de 26 GHz.

### Espectro asignado en la Unión Europea más el Reino Unido para los servicios 5G



Fuente: IDATE DigiWorld



4 5G Observatory Quarterly Report 10. Up to December 2020. European 5G Observatory, Comisión Europea e Idate. <http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/01/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-10.pdf>

## El estado del arte en otros países: los casos de Estados Unidos y de China

El desarrollo de servicios comerciales 5G en otras partes del mundo también se está produciendo a gran velocidad. A finales de 2020 se podían contabilizar cerca de 140 operadores ofreciendo servicios comerciales en todo el mundo. Desde el punto de vista del espectro, aproximadamente el 50% de esos operadores emplea para los servicios 5G la banda de frecuencias medias (de 1 a 6 GHz), mientras que las bandas por debajo de 1 GHz y por encima de 6 GHz suponen entre el 20 y 30% en cada caso<sup>5</sup>.

### ESTADOS UNIDOS

En Estados Unidos los cuatro principales operadores (AT&T, T-Mobile USA, Sprint y Verizon) lanzaron sus servicios 5G en 2018 y 2019 en diferentes bandas de frecuencia. En abril de 2020, T-Mobile USA y Sprint se han fusionado y la compañía resultante mantiene el nombre de T-Mobile.

El regulador de las telecomunicaciones del país, la FCC, ha encontrado grandes dificultades para liberar espectro radioeléctrico en la banda situada entre los 3,7 y los 4,0 GHz, que es fundamental para el despliegue rápido y efectivo de servicios 5G en todo el país. Esta banda estaba asignada a otros servicios a los que ha sido necesario compensar. Estas compensaciones, sumadas a la propia subasta de las frecuencias, han elevado notablemente las necesidades de inversión mucho más allá de lo previsto, lo que complica los balances y los planes de desarrollo de los operadores. Además de la reasignación del espectro, el despliegue de las redes se ha apoyado también en la tecnología DSS (Dynamic Spectrum Sharing) y empieza a hacerlo en la tecnología 5G SA<sup>6</sup>.

### CHINA

El Gobierno chino concedió en junio de 2019 licencias 5G a cuatro operadores: China Mobile, China Unicom, China Telecom y China Broadcasting Network. Los tres primeros lanzaron sus servicios 5G en noviembre de 2019 y China Telecom y China Unicom alcanzaron un acuerdo para desarrollar las redes de forma conjunta y compartir infraestructuras. China Mobile notificaba 147,4 millones de suscriptores 5G en noviembre de 2020, mientras que China

Telecom se situaba en los 79,5 millones. China Unicom no ha revelado sus datos de suscriptores. Por otro lado, las estimaciones del número de estaciones base 5G en el país apuntan a 650.000 a finales de 2020, cifra que ascendería a 1.700.000 al acabar 2021. Los diferentes Ministerios implicados en la gestión de frecuencias en el país han apostado de forma decidida por el apoyo a los servicios móviles 5G, realizando las asignaciones en tiempos y condiciones adecuadas, como por ejemplo reduciendo las tarifas de utilización del espectro durante los seis primeros años de operación<sup>7</sup>.

### La geopolítica llega al 5G

Las redes 5G han empezado ya a desplegarse en muchas partes del mundo, con notable rapidez en regiones como Asia, pero tienen todavía algunas dificultades por superar. La evolución de los estándares tecnológicos (aprobación de la Release 17 del 3GPP - 3rd Generation Partnership Project, el órgano que establece los estándares mundiales de telefonía móvil; esta Release incluye mejoras en los estándares para facilitar la extensión y popularización de la tecnología)<sup>8</sup>, la escasez de espectro en las bandas de frecuencia medias en países como Estados Unidos y los retrasos en la asignación de frecuencias, la conexión mediante sistemas más avanzados de las estaciones base 5G o la búsqueda de un modelo económico sostenible para los servicios de la quinta generación.

Pero, además, el desarrollo del 5G se ve afectado por la geopolítica, más en concreto por la competencia por el liderazgo tecnológico y comercial entre Estados Unidos y China. Europa se suma a la naturaleza política y estratégica de esa competencia buscando una plena soberanía digital y salvaguardando la privacidad frente a las grandes empresas tecnológicas<sup>9</sup>. Estados Unidos, por su parte, incluyó el control de las redes 5G en su Estrategia de Seguridad Nacional del año 2017. Posteriormente, los vetos de Estados Unidos y de una serie de países aliados a la venta de microelectrónica a fabricantes chinos y a la compra de tecnología 5G de proveedores chinos, bajo la acusación de espionaje y ante posibles riesgos potenciales a su seguridad nacional, han contribuido a complicar un panorama geopolítico cuyos efectos se extienden a

5 Global Mobile Trends 2021. Navigating Covid-19 and beyond. 2020. GSMA Intelligence. <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-intelligence-shares-global-mobile-trends-2021/>

6 The Mobile Economy North America 2020. GSMA. <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/5g-to-account-for-half-of-north-americas-mobile-connections-by-2025/>

7 The Mobile Economy China 2020. GSMA. <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-china-maintains-5g-leadership-role-in-the-face-of-covid-19/>

8 Release 17. 2020. 3GPP. <https://www.3gpp.org/release-17>

9 5G ya ha despegado, pero falta que se consolide. Observatorio Nacional 5G. 2020. <https://on5g.es/5g-ya-ha-despegado-pero-falta-consolidarse/>

otros muchos países en los que también se están desarrollando las redes 5G.

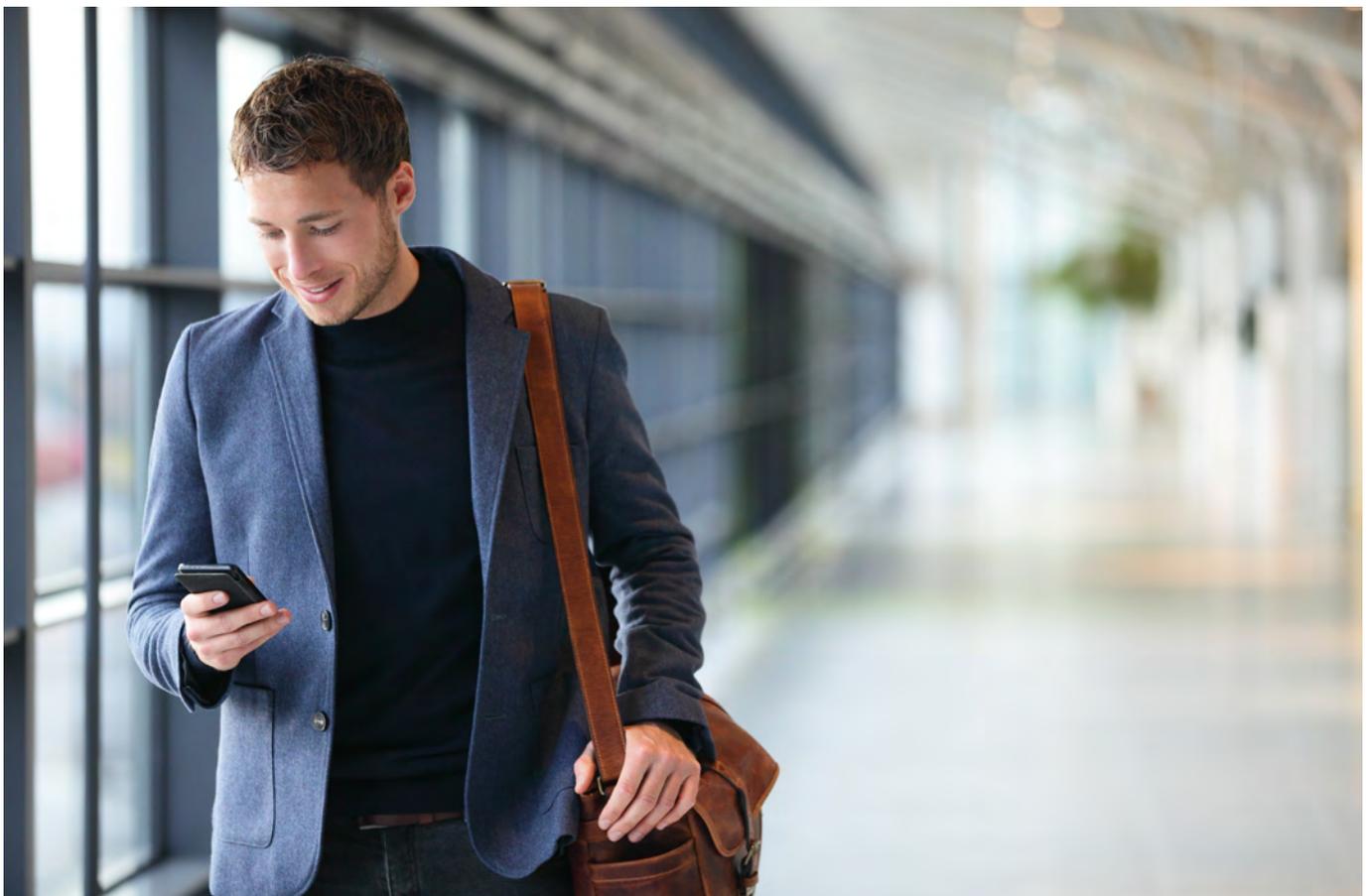
Los retrasos en el desarrollo de las redes 5G, derivados de los vetos a los fabricantes chinos de equipos, pueden dificultar la expansión de esta tecnología en muchas partes del mundo y conceder nuevas ventajas al gigante asiático que ha empezado el camino antes. Esos vetos pueden llevar incluso a una división del ecosistema 5G en dos esferas diferenciadas de influencia, dificultando las economías de escala y aumentando los costes de equipos y terminales, a la vez que complicando la toma de decisiones de terceros países que deben decidir sobre las tecnologías y ecosistemas de aplicaciones a adoptar para el desarrollo de sus redes.

Además de competir por el despliegue de las redes, Estados Unidos y China también lo hacen por el desarrollo de casos de uso, aplicaciones y tecnologías. En este campo, Estados Unidos partía con ventaja por su elevada capacidad de innovación, pero China puede recuperar terreno beneficiándose de su temprana entrada en la tecnología y de la creación más rápida de su ecosistema 5G doméstico.

De momento China, además de haber sido uno de los primeros países en lanzar los servicios 5G en 2019, es el

líder mundial en el desarrollo de redes 5G. Sus cifras de número de suscripciones y de estaciones base 5G superan claramente a las de todos los países, y lo seguirán haciendo a corto plazo. Una de las razones de ese liderazgo tiene que ver con las iniciativas y planes del Gobierno para situar al país entre los líderes de la nueva generación de redes móviles y de sus aplicaciones y con el aprovechamiento de las ventajas de ser pioneros en la entrada en el mundo 5G. Entre esas iniciativas destacan las políticas públicas de planificación de espectro, en un país que demanda un uso más eficiente de su saturado espectro radioeléctrico. Otras de las razones son las grandes inversiones de los tres operadores chinos, apoyadas por el Estado que participa en el capital de los tres, y muy dirigidas al 5G SA.

Si, en el campo del 5G, China está asociada a su apuesta por el liderazgo en esta tecnología, Estados Unidos se asocia a la protección de su seguridad nacional y Europa se sitúa a medio camino, comprometida en la conservación de su soberanía digital y de la privacidad. De cara al futuro, el cambio en la presidencia de Estados Unidos puede modificar las condiciones y resultados de la competencia entre todos estos bloques por el futuro de las tecnologías móviles.



El desarrollo del 5G en el mundo no se puede separar de la percepción de esta nueva tecnología como un campo de batalla de la guerra fría entre Estados Unidos y China por la supremacía tecnológica mundial que, al fin, como es sabido, equivale a decir la supremacía a secas. Por eso podría ser un grave error pensar que la postura de Donald Trump sobre el 5G y los fabricantes chinos de redes de telecomunicaciones constituye un cisne negro y que con la Administración Biden las aguas volverán a su cauce de un comercio mundial sin barreras dejado libremente a las fuerzas del mercado.

## El caso Huawei

Con todo, el acoso de EEUU no parece haber surtido un efecto inmediato y decisivo en la salud de Huawei. En 2020 el fabricante chino de telecomos ha anunciado unos ingresos de 136.043 millones de dólares, un aumento del 3,9% interanual. Parece claro, por tanto, que los problemas para vender redes fuera de China, y especialmente en Europa, se han compensado con el notable aumento de los pedidos de redes en el enorme mercado interior chino, controlado por tres operadoras estatales. El Gobierno chino ha abandonado el tradicional esquema de 35%+35%+15%+15%, donde las tres operadoras chinas otorgaban un 35% de los pedidos a cada uno de los dos fabricantes locales (Huawei y ZTE) y un 15% per capita a los dos grandes occidentales (Ericsson y Nokia). El retraso de Nokia en el estándar 5G, donde se encuentra, al parecer, por detrás de los dos fabricantes chinos y de Ericsson, ha dado una excusa perfecta a las operadoras chinas para que Nokia haya quedado fuera de los pedidos de 5G de las tres grandes operadoras, mientras que la cuota de Huawei se ha ampliado como un signo de complicidad del Gobierno chino con uno de sus grandes campeones tecnológicos acosado por Occidente.

De hecho, la consultora Dell'Oro, la referencia para medir el mercado de equipos de telecomos, acaba de certificar que la cuota mundial de Huawei en el mercado global (incluyendo todas las categorías de productos para redes fijas y móviles) ha subido nada menos que tres puntos en 2020, del 28% al 31%, superando la suma de Ericsson y Nokia, que tienen cada uno un 15%. Aunque la presencia exterior de Huawei se ha resentido —lo que ha sido aprovechado por Ericsson y Nokia—, la enorme inversión de China lo ha compensado con creces.

Top 7 proveedores	2019	2020
Huawei	28%	31%
Nokia	16%	15%
Ericsson	14%	15%
ZTE	9%	10%
Cisco	7%	6%
Ciena	3%	3%
Samsung	3%	2%

Fuente: Dell'Oro Group.

Porque la realidad es que los problemas de Huawei con la Administración estadounidense se comenzaron con el veto a la presencia de equipos en las redes norteamericanas por parte del Comité de Seguridad Nacional del Congreso en 2012, en plena era Obama (2009-2016), cuando Trump ni existía políticamente. El comité desaconsejó el uso de los equipos de los dos fabricantes chinos (Huawei y ZTE) en las redes de EEUU, de forma que su presencia en aquel país es insignificante y limitada a algunas pequeñas operadoras locales. En Estados Unidos, las redes de AT&T, Verizon y T-Mobile-Sprint han sido suministradas casi a partes iguales hasta el año pasado por Ericsson y lo que ahora es Nokia (la unión de Nokia con Alcatel, que además lleva dentro Lucent, o sea ATT Networks, la joya de la corona de los fabricantes americanos de redes). La fortaleza de los dos grupos europeos en EEUU, donde se benefician de precios más altos, es una de las razones de que ambos grupos occidentales hayan sobrevivido ante el empuje de Huawei. Esa posición de fuerza de ambos se ha visto quebrada por la irrupción de la coreana Samsung que ganó en 2020 un enorme contrato de 5G de más de 6.000 millones de dólares con Verizon.

Pero acabada la era Trump y en plena reorganización del partido republicano, nada hace pensar, por ahora, que el partido demócrata y la NSA (la Agencia de Seguridad Nacional) no sigan pensando con Biden lo mismo que pensaban con Trump, es decir, que la supremacía de Huawei en el mundo es un riesgo para el futuro de EEUU. Y aunque puede que los métodos de la nueva administración no sean tan groseros como los de Trump, el objetivo final y los medios (incluyendo la inclusión de Huawei en la *entity list* y, por tanto, la prohibición de venderle componentes de origen estadounidense sin autorización expresa del Gobierno) es el mismo: reducir su presencia en todo el mundo, especialmente en los países occidentales que EEUU considera sus aliados naturales y dificultar al máximo su desarrollo tecnológico con el veto a la venta por parte de fabricantes de tecnología norteamericana o de proveedores de otros países que usen tecnología norteamericana.

## HUAWEI HA REALIZADO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS UN ENORME ACOPIO DE COMPONENTES OCCIDENTALES, AUMENTANDO SU INVENTARIO DE CHIPS HASTA VARIAS DECENAS DE MILES DE MILLONES DE DÓLARES

Donde sí que ha hecho efecto, por ahora, es en el mercado de los terminales, mucho más volátil que el de las redes y donde cambiar de proveedor es mucho más sencillo. En ese mercado, que hasta hace poco suponía más de la mitad de los ingresos del grupo, su cuota mundial se ha visto claramente afectada por la dificultad para incorporar Android y sus aplicaciones fundamentales (la tienda online Play, el buscador, Maps o el correo Gmail). Según los datos de la consultora Canalys para el mercado mundial de smartphones del cuarto trimestre de 2020, la compañía china, que llegó a número 2 mundial tras Samsung, desaparece del top 5 en el ranking, superada por las también chinas Xiaomi, Oppo y Vivo. Sin embargo, se mantiene como quinto fabricante en el informe de IDC, que cifra en un 42% interanual la caída de Huawei.

Con todo, lo más importante para Huawei y sus clientes *telecos* es saber con certeza hasta qué punto el veto a la compra de componentes americanos haya podido ser sorteado por el grupo chino sustituyendo esos componentes por otros no americanos en origen ni tecnología, algo muy complicado, porque sortear la tecnología americana —que prácticamente ha inventado la modernidad— y sus trazas en la industria electrónica es harto difícil. Por si acaso, Huawei ha realizado en los últimos años un enorme acopio de componentes occidentales, aumentando su inventario de chips hasta varias decenas de miles de millones de dólares, pero no se sabe hasta cuándo le durará ese tesoro de guerra y qué pasará cuando se le agote. Es decir, nadie parece saber con certeza si Huawei podrá seguir suministrando a sus clientes, especialmente a los occidentales, al mismo ritmo, teniendo en cuenta, además, la voracidad de las tres operadoras chinas que están desplegando 5G en China como si les fuera la vida en ello.

### Las consecuencias en el mundo

El problema para Estados Unidos en su empeño evangelizador anti-Huawei es que desmontar las redes del grupo chino instaladas en muchos países occidentales no es fácil, rápido ni barato, por lo que los operadores se han resistido y presionado a sus Gobiernos, amenazando —como en Francia ha hecho Bouygues Telecom— con pedir indemnizaciones al Estado para sufragar los costes.

Con todo, en algunos casos la presión ha funcionado como cuando Telefónica reconoció haber adjudicado a Huawei el *core* de su red 5G en España, en diciembre de 2019, para tener que desdecirse 15 días después y señalar que el *core* de Huawei se retiraría a medio plazo, como para 2023. Y que después de esa retirada no quedaría huella de su presencia en la red del gigante español, que aspira a seguir logrando el sello de *Clean Network*, que otorga la Administración de EEUU.

El caso es que, de resultas de ese tira y afloja, Huawei ha sido prohibido en el 5G de EEUU, Canadá y Australia y debe ser retirado antes de 2027 de Reino Unido, cuatro de los cinco países anglosajones (falta Nueva Zelanda, que mantiene una postura ambigua) que forman parte del grupo de cooperación en inteligencia y espionaje conocido como *Five Eyes*. El veto a Huawei se ha impuesto también en India y Japón, aunque en estos casos parece que no tanto por la presión americana como por la percepción de amenaza directa que para ambos países supone el auge tecnológico chino. En Europa, también Francia se ha unido a la

prohibición, aunque también diferida en el tiempo, lo que equivale a decirle a los operadores que cuando tengan que renovar los equipos es mejor que opten por otra tecnología. Pero, sin embargo, EEUU no ha logrado su propósito con los Gobiernos de Alemania y de España, dos de los principales países europeos. En el caso español, se está tramitando una Ley de Ciberseguridad que, teóricamente, extremará el control sobre la tecnología del 5G, pero el presidente Sánchez ya ha dejado claro que, por ahora, cuenta con Huawei para las redes españolas.

Lo que sí parece ya meridianamente claro, en todo caso, es que aunque Huawei pueda seguir vendiendo equipos de radio de 5G en Europa, en los países que no le hayan vetado (es el principal suministrador de radio de Vodafone en Europa y también en España, como lo es de Orange en España y de Telefónica en Alemania) va a tener muy difícil volver a ganar un contrato europeo para suministrar el *core* de la red de cualquier operador, que es la parte más estratégica, aunque suponga sólo entre un 5% y un 10% de la inversión y su presencia se deberá limitar a los equipos de radio, que suponen, con todo, el grueso del coste.

### Las alternativas: Open RAN

Por otra parte, en Estados Unidos el debate de cómo crear un campeón nacional anti-Huawei ocupa páginas y páginas de periódicos tan serios como *The Wall Street Journal* o portadas de una de las biblias de la América corporativa como *The Economist*. Y las alternativas manejadas son fundamentalmente dos: comprar Nokia aprovechando sus dificultades (aunque no se habla de una compra directa por parte de la Administración sino de que sea adquirida por alguno de los grandes grupos tecnológicos norteamericanos como Intel, Qualcomm o Cisco, o por algún consorcio de capital riesgo) o apostar fuerte por el Open RAN y las pequeñas y medianas compañías norteamericanas que han surgido en torno al concepto de redes abiertas como Mavenir, AltioStar, Parallel Wireless, Airspan, Casa Systems o Radisys.



## LA TECNOLOGÍA OPEN RAN SIGNIFICA LLEVAR A LAS REDES MÓVILES EL CONCEPTO DE SISTEMA ABIERTO QUE LLEGÓ CON EL PC

La tecnología *Open RAN*, significa llevar a las redes móviles el concepto de sistema abierto que llegó con el PC —como contraposición a los sistemas propietarios de los *mainframes* de IBM y otras empresas informáticas en los años ochenta—, con procesadores Intel o compatibles y todo el software del mundo corriendo sobre Windows. Con *Open RAN* se trata de lo mismo, pero en las redes móviles, o sea, es un intento por construir redes con hardware estándar y que todo lo gobierne el software, algo que, como se verá es sumamente importante. El propósito de Telefónica, Vodafone, Deutsche Telekom u Orange (sobre todo las dos primeras), que están empujando este concepto, es que en vez de 4 o 5 proveedores de red posibles exista una treintena de fabricantes, de forma que la competencia vuelva a brillar y los costes de las redes bajen drásticamente. *Open RAN* ya era un proyecto interesante para las *telecos* hace años, desde el punto de vista teórico, pero como confiesa el responsable de un gran operador, desde que eclosionaron los problemas políticos primero con ZTE y luego con Huawei, “antes era una alternativa a la estrategia, pero ahora se ha convertido en la estrategia con mayúsculas”.

### La inmadurez de la tecnología

El problema del *Open RAN*, tanto para Estados Unidos como para Europa, sobre todo en el 5G, es que es una gran idea teórica, pero está lejos aún de convertirse en una realidad práctica que pueda rivalizar con la potencia, solvencia y robustez de las soluciones propietarias de los grandes fabricantes, sobre todo en el 5G, ya que en el 4G está más maduro. Y no es de extrañar esta inmadurez porque hacer que la gran cantidad de los elementos complejos que componen una red móvil bajo las normas *Open RAN* funcionen sin fricción y *seamless* (sin costuras) no es nada sencillo y requiere tiempo.

Sobre todo, cuando el tamaño de los actores implicados no es muy grande y sus capacidades de desarrollo son más limitadas que las de los gigantes asentados. Así, en las capacidades relativas de cada *vendor*, se dan fuertes contrastes de forma que Samsung —un coloso muy diversificado, enorme en el mercado de procesadores, de chips de memoria, de electrodomésticos y, por supuesto, de smartphones y que está haciendo sus pinitos en las redes 5G—, tiene más de 300.000 empleados (de los que 80.000 son ingenieros de I+D), y Ericsson y Nokia rozan cada uno los 100.000 trabajadores. Sin embargo, buena parte de los actores del ecosistema *Open RAN*, en su mayoría de origen o sede estadounidense, son muchísimo más pequeños con Mavenir (Texas, 4.000 empleados) como uno de los mayores, pero otros con tamaño de auténtica pyme como Radisys (Oregón, 1.000 empleados); Casa Systems (Massachusetts, 950 empleados); Parallel Wireless (New Hampshire, 400 empleados) o AltioStar (Boston, 220 empleados).

Por eso, los despliegues de *Open RAN* de los operadores se están planificando, sobre todo, en entornos rurales, ya que es ahí donde la baja densidad de población hace que las redes estén menos exigidas en tráfico que en el centro de las grandes ciudades.

### Una nueva dinámica de mercado

El hecho de que se intente convertir todo en piezas de software es también muy importante, porque se puede hacer que todas esas piezas corran en la nube, lo que abarataría, aún más,

## LOS DESPLIEGUES DE OPEN RAN SE ESTÁN PLANIFICANDO, SOBRE TODO, EN ENTORNOS RURALES, DONDE LA BAJA DENSIDAD DE POBLACIÓN HACE QUE LAS REDES ESTÉN MENOS EXIGIDAS EN TRÁFICO

la factura correspondiente a la parte del hardware y además facilitar la escalabilidad de la red en caso necesario, ya que lograr más capacidad en la nube es bastante sencillo. Además, la "softwarización" o virtualización de la red tiene otra consecuencia muy importante: si todas las piezas del castillo, aunque sean heterogéneas, son interoperables entre sí conforme a un estándar, es posible, en teoría, sustituir una de ellas por otra pieza de software que haga la misma función y el conjunto de la red funcionará igual.

Ahora bien, es obvio que sustituir una pieza de software en la nube es mucho más rápido y sencillo que andar cambiando tarjetas de hardware en los miles de emplazamientos que cada operadora tiene desplegados en un país —muchos de ellos en zonas rurales—. Y, por tanto, la consecuencia es que, en las redes abiertas, la sartén por el mango la tendrán los operadores mucho más que los fabricantes y que la capacidad de las *telecos* para sustituir una función de su red (una pieza de software) por otra de otro fabricante que la ofrezca más barata o que sea más potente y funcional, pasará a ser mucho más elevada que ahora.

A esa característica se le une la posibilidad de que el número de fabricantes crezca mucho. Ya no serían necesarios grupos enormes como Huawei, Ericsson o Nokia, con muchos miles de ingenieros, para diseñar y construir conjuntos completos de una red hipercompleja. Compañías mucho más pequeñas podrían tener éxito fabricando sólo una o varias partes de la red, puesto que se pueden combinar con otras de otros fabricantes para crear una red completa que funcione bien, siempre bajo unas especificaciones estándar.

Ese escenario de muchos oferentes y mucha más facilidad para intercambiar las piezas de un fabricante por la de otro crearían un terreno de juego ideal para los operadores y espantoso para los fabricantes incumbentes, que se podrían ver abocados a entrar en procesos de adjudicación en los que las *telecos* impusiesen subastas inversas y adjudicasen cada una de las piezas de la red a la que la ofreciera más barata con lo que márgenes del sector de fabricantes de *telecos* se reducirían drásticamente.

### El problema de Occidente: el retraso

Pero aunque la apuesta por Open RAN triunfe tecnológicamente y se puedan construir redes de 5G igual de robustas que las redes propietarias —y si todo sale como planean las operadoras, a un precio mucho más barato— el problema del Open RAN es de calendario: su desarrollo lleva tiempo y tiempo es, precisamente, lo que no le sobra ni a las *telecos* ni a las sociedades occidentales respecto al 5G, porque van ya con mucho retraso respecto a Corea y, sobre todo, respecto a China, donde el factor Open RAN ni se considera por ahora.

A finales de enero el *Financial Times*, ya empezaba a alertar del retraso europeo respecto a las otras grandes zonas económicas, usando datos de un informe de ETNO, la patronal de las operadoras europeas y de la consultora Analysys Mason. Según el informe, en septiembre de 2020 un 24% de los europeos tenía cobertura 5G, frente al 76% de los estadounidenses o el 93% de los coreanos. ETNO también explicaba que, las *telecos* europeas han aumentado su ritmo inversor pasando de 48.600 millones de euros de capex en 2018 a 52.000 millones de euros en 2019, un 7% más, para invertir sobre todo en 5G y fibra óptica. Sin embargo, la inversión media *per cápita* en nuevas redes sigue siendo más baja que en otras regiones,



situándose en 94,8 euros al año en comparación con los 147,9 euros en EE.UU. y los 233 euros en Japón. ETNO apunta a una de las claves de este retraso inversor: los ingresos móviles medios mensuales por usuario en Europa fueron inferiores a 15 euros frente a 23,7 en Corea del Sur, los 28,1 de Japón y los 36,9 de EE.UU., lo que condiciona negativamente la inversión del sector en Europa.

Por otra parte, el artículo del *Financial Times* incidía en que el 5G se considera un disruptor digital y por tanto un motor económico esencial para una gran variedad de industrias. De hecho, explica que los principales grupos industriales de Europa han advertido ya que existe una necesidad urgente de cerrar la creciente brecha en 5G respecto a EE.UU. y Asia y que la falta de coordinación en los despliegues de Europa podría convertir las cadenas de suministro en poco competitivas y provocar una disminución de la inversión y, a medio plazo, una deslocalización industrial.

En este sentido, ETNO denuncia que sólo un país, Finlandia, ha subastado todas las bandas de espectro disponibles para el 5G, incluyendo las milimétricas, por encima de los 26 GHz, mientras que nada menos que doce, incluyendo Bélgica, Polonia y Portugal, aún no han completado ninguna subasta. A España, como se sabe aún la falta unas semanas para subastar el segundo dividendo digital (la banda de 700 MHz) y el Gobierno ha fijado para finales de año o 2022 la subasta de las bandas altas de 26 GHz.

### **El 5G y el efecto incubadora: los próximos unicornios**

El hecho de disponer de 5G generalizado va a permitir el nacimiento de una enorme cantidad de nuevos servicios digitales, muchos de los cuales no podemos ni imaginar aún —tanto para el mercado residencial como empresarial— que supondrán la generación de nuevas empresas. Si esas empresas logran una amplia base de clientes en sus mercados de origen, esas economías de escala les permitirán dar el salto para convertirse en fenómenos globales, como ocurrió con el 4G en EE.UU. y con las empresas digitales que habían nacido en el mundo del Internet fijo, como Google, Facebook, Amazon o Netflix. Por eso es tan importante el 5G, porque si se llega con retraso, los nuevos servicios y las economías de escala los conseguirán otros y los nuevos unicornios “5G generation” nacerán en otras zonas. Las *startups* que

deben protagonizar la nueva ola de innovación ligada al 5G no tienen ninguna oportunidad si no existe la red para lanzar los servicios.

En Corea del Sur el pionero mundial del servicio (abril de 2019), contaban ya en noviembre pasado con 11 millones de clientes, el 15,5% de su base total de usuarios, que llega a unas 70,5 millones de líneas móviles. En julio de 2020, los tres operadores coreanos (SK Telecom, KT y LG Uplus) acordaron invertir 25,7 trillones de wones, unos 19.200 millones de euros, entre esa fecha y finales de 2022 para impulsar la cobertura de 5G en todo el país.

## EL HECHO DE DISPONER DE 5G GENERALIZADO VA A PERMITIR EL NACIMIENTO DE UNA ENORME CANTIDAD DE NUEVOS SERVICIOS DIGITALES

Sin embargo, la gran amenaza para Occidente en cuanto a los unicornios *5G Generation* es, evidentemente, China, puesto que por un lado tiene una clara apuesta de Estado por el 5G.

Eso se evidencia en los datos que proporcionó a finales de año Xiao Yaqing, el ministro chino de tecnologías de la información, cuando anunció que las tres *telecos* locales habían desplegado durante 2020 un total de 700.000 nodos, y que en 2021 prevén instalar otros 600.000 más. Para ello han destinado, entre las tres, una inversión de 26.200 millones de dólares el pasado año y mantienen una inversión prevista de más de 20.000 millones en 2021. Además, este mismo año van a empezar a desplegar redes 5G *standalone* o autónomas, es decir, las redes que cuentan con un core auténticamente 5G y que son las que pueden empezar a suministrar de verdad todas las promesas de baja latencia (por debajo de 5 milisegundos), *network slicing* (la construcción de redes lógicas dentro de una misma red física, cada una de ellas con características y funciones diferentes) e IoT masivo (alrededor del millón de dispositivos por kilómetro cuadrado frente a los 10.000 que admite el 4G) que ha formulado desde el principio el nuevo estándar.

Pero a esa apuesta de Estado, China suma, además, su enorme población de 1.400 millones de habitantes —algo con lo que no cuenta Corea, que suma unos 52 millones— que proporcionará la masa crítica para desarrollar servicios con bases de usuarios masivas que pueden crear las economías de escala para internacionalizarse a nivel mundial como ya han demostrado grupos como Tiktok, Alibabá o JDCom. ●

## 2.2. EL 5G EN ESPAÑA

La puesta en marcha del ecosistema español del 5G se enmarca en el contexto estratégico europeo. El primer gran hito fue la aprobación del Plan Nacional 5G (2018-2020), cuyo principal objetivo era situar a España entre los países más avanzados en el desarrollo de esta nueva tecnología móvil, de forma que cuando alcance su madurez tecnológica y comercial el país esté preparado para aprovechar al máximo sus oportunidades. El Plan estaba estructurado en torno a cuatro ejes estratégicos desarrollados entre 2018 y 2020.

Ejes estratégicos del Plan Nacional 5G (2018-20)	
Gestión y planificación del espectro radioeléctrico	Impulso a la tecnología 5G: Pilotos de red y servicios y Actividades I+D+I
Aspectos regulatorios	Coordinación del Plan y Cooperación Internacional

Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Agenda Digital. 2020

Otro paso importante fue la presentación en julio de 2020 de la estrategia España Digital 2025, que recoge 50 medidas agrupadas en diez ejes estratégicos, alineados con las políticas digitales de la Unión Europea. Uno de esos ejes estratégicos es el impulso de la tecnología 5G. Dicho eje considera que facilitar el despliegue del 5G es una tarea fundamental para el desarrollo económico y la transformación digital de España.

Objetivos del Eje de Impulso a la Tecnología 5G de la estrategia España Digital 2025
→ Reforzar la posición de liderazgo de España en desarrollo y despliegue de redes 5G
→ Apoyar el despliegue temprano del 5G por parte de los agentes económicos
→ Desarrollar un entorno confiable para el despliegue de los servicios 5G

Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Agenda Digital. 2020

El último hito en la planificación del 5G en España se produce a finales de 2020, con la presentación de la Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G, que se enmarca en las actuaciones España Digital 2025 y Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, 'España Puede', presentadas ambas durante 2020. Para lograr sus objetivos económicos, sociales, de sostenibilidad y de liderazgo tecnológico, la estrategia establece tres ejes de actuación<sup>1</sup>.

Ejes de Actuación de la Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G	
Eje 1 →	Un espectro radioeléctrico habilitado para los servicios 5G
Eje 2 →	Apoyo efectivo al despliegue de redes y servicios 5G
Eje 3 →	Un marco regulatorio y administrativo dinamizador del despliegue de la tecnología 5G

Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Agenda Digital. 2020

Para dar soporte a los objetivos planteados en la estrategia y desarrollar las medidas incluidas, se estima una aportación pública (recursos propios del Estado español y fondos de la Unión Europea) en el periodo 2021-2025 de 2.000 millones de euros, de los cuales 300 millones corresponden a 2021. En esos cinco años, la Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G junto con el Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales pueden movilizar una inversión privada en España de 24.000 millones de euros.

### Eje 1: Espectro 5G en España

El primer eje estratégico pone el foco en la habilitación del espectro radioeléctrico para los servicios 5G, siguiendo las directrices de la Comisión Europea. El eje incluye dos líneas de actuación. La primera se centra en la asignación del espectro mediante dos medidas, que suponen la puesta a disposición de los operadores móviles interesados las bandas de 700 MHz y de 26 GHz. La segunda línea aborda

<sup>1</sup> Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G. 2020. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. [https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/201201\\_np\\_conectividad.aspx](https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/201201_np_conectividad.aspx)

la ordenación del espectro 5G a través de la reordenación de la banda de 3,5 GHz y de la habilitación de las diferentes bandas armonizadas por Europa para servicios de comunicaciones electrónicas en redes 5G. La meta asociada al eje estratégico implica conseguir la asignación del 100% del espectro disponible para el 5G en 2025.

### **Eje 2: Apoyo al despliegue de redes y servicios 5G**

El segundo eje estratégico pone el foco en el apoyo efectivo al despliegue de redes y servicios 5G, favoreciendo la disponibilidad de las infraestructuras necesarias y promoviendo la innovación y la I+D+i. El eje incluye dos líneas de actuación. La primera se centra en los incentivos y apoyos al despliegue de las redes mediante medidas con foco en núcleos de población, corredores de transporte, conectividad de las estaciones base y emplazamientos y entidades locales. La segunda línea aborda el fomento de la demanda y de ecosistemas 5G a través de medidas que promueven los proyectos tractores de digitalización sectorial, la innovación en la propia tecnología 5G y los ecosistemas de ciberseguridad 5G. Las metas asociadas al eje estratégico implican conseguir que, en 2025, el 75% de la población española esté cubierta en las bandas

designadas como preferentes para 5G en la Unión Europea y que haya una cobertura 5G ininterrumpida en las principales carreteras y ferrocarriles del país.

### **Eje 3: Marco regulatorio y administrativo**

El tercer eje estratégico pone el foco en el marco regulatorio y administrativo y, a la vez, debe favorecer el despliegue y garantizar que los servicios cumplen con los requisitos de seguridad, fiabilidad y privacidad de personas, empresas y Administraciones, dando la necesaria certidumbre jurídica a los actores clave en el despliegue y en la adopción de tecnología. El eje incluye dos líneas de actuación. La primera se centra en la reducción de barreras administrativas para el impulso de la tecnología, mediante medidas para la simplificación de trámites administrativos y la reducción de cargas al despliegue. La segunda línea aborda los desarrollos legislativos para el impulso de la tecnología a través del desarrollo de instrumentos para la agilización del despliegue de redes y de la Ley de Ciberseguridad 5G. La meta asociada al eje estratégico implica desarrollar, en el periodo 2021-2025, un marco regulatorio que incluya la Ley de Ciberseguridad 5G, así como instrumentos para la certificación, la innovación y la mejora del marco.



Indicadores de seguimiento de la Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G				
Eje 1	Meta asociada	2021	2023	2025
<b>Eje 1</b> Un espectro radioeléctrico habilitado para los servidores 5G	100% asignado	60%	100%	100%
<b>Eje 2</b> Apoyo efectivo al despliegue de redes y servicios 5G	75% de la población española cubierta en las bandas designadas como preferentes	40%	65%	75%
	Cobertura 5G ininterrumpida en las principales carreteras y ferrocarriles del país	20%	50%	100%
<b>Eje 3</b> Un marco regulatorio y administrativo dinamizador del despliegue de la tecnología 5G	Disponibilidad de un marco regulatorio e instrumentos para certificación, innovación y mejora	Aprobación de Ley	Desarrollo reglamentario completo	100%

Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Agenda Digital. 2020

## Operadores y servicios 5G en España

En España hay cuatro operadores que ofrecen servicios comerciales 5G: MASMOVIL (Yoigo), Orange, Telefónica y Vodafone. Todos estos operadores se encuentran en una fase de desarrollo de redes y servicios y a la espera de las siguientes subastas de frecuencias y de poder implementar redes puramente standalone, capaces de ofrecer las auténticas ventajas de la tecnología. Por tanto, no es posible hablar todavía de competencia real entre operadores ni de los modelos de negocio que van a adoptar cada uno para conseguir la rentabilidad de sus inversiones.

### MASMOVIL (YOIGO)

MASMOVIL puso en marcha su servicio 5G en septiembre de 2020 en áreas de 15 ciudades, gracias a una combinación de sus propias infraestructuras y de un acuerdo con Orange (virtual active sharing mode). A finales de 2020 su cobertura se ha extendido a 19 ciudades. Los planes del operador

incluyen el desarrollo de su propia red 5G SA, aprovechando los 80 MHz que ha adquirido en la banda de 3,5 GHz<sup>2</sup>.

### ORANGE

Orange puso en marcha su servicio móvil 5G en septiembre de 2020, inicialmente en las áreas centrales de las cinco principales ciudades españolas. Al finalizar 2020 contaba con una cobertura 5G del 15% de España y ofrecía servicios en 121 ciudades, cifras que prevé aumentar en 2021 al 51% de cobertura y a más de 400 ciudades, y en 2022 al 90% de cobertura. Desde el punto de vista técnico, el operador utiliza la banda de 3,5 GHz (110 MHz de espectro en varios bloques) y tecnologías NSA/DSS, hasta que la tecnología standalone esté plenamente disponible<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> [https://www.grupomasmovil.com/wp-content/uploads/2020/11/20911\\_Resultados-MASMOVIL\\_M9-2020.pdf](https://www.grupomasmovil.com/wp-content/uploads/2020/11/20911_Resultados-MASMOVIL_M9-2020.pdf)

<sup>3</sup> <https://blog.orange.es/noticias/orange-espana-aumenta-sus-inversiones/?ga=2.145464947.671330877.1613600132-1806746793.1611613801>



### TELEFÓNICA

Telefónica puso en marcha su servicio comercial 5G en septiembre de 2020. En una primera fase, el operador utiliza la banda de los 3,5 GHz (100 MHz de espectro en dos bloques) y frecuencias de las bandas de 1.800 y 2.100 MHz con tecnologías NSA/DSS para desplegar inmediatamente después una red 5G SA, cuando la tecnología esté plenamente disponible. En diciembre de 2020, el operador ya contaba con más de 1.200 poblaciones de distintos tamaños cubiertas, lo que supone el 78% de la población. En esta primera fase está haciendo uso de 4.000 de sus emplazamientos e infraestructuras actuales, porque se irá complementando en el futuro con nuevas estaciones base y small cells<sup>4</sup>.

### VODAFONE

Vodafone puso en marcha su servicio comercial 5G en junio de 2020 con un alcance inicial de 15 grandes ciudades, cubiertas cada una de ellas aproximadamente al 50%. A finales de enero de 2021, el operador ofrece servicios 5G con altas velocidades de descarga en un total de 21 grandes ciudades, equivalentes a una cobertura de más del 50% de la población. Aprovecha para ello la disponibilidad de 90 MHz de espectro en un solo bloque, lo que supone la mayor cantidad de frecuencias contiguas (no repartidas en bloques) en la banda de 3,5 GHz. Por otro lado, desde el lanzamiento comercial de su red 5G en España, Vodafone está desarrollando numerosos casos de uso empresarial sobre dicha red, contabilizando más de 130 casos de 5G en colaboración con instituciones y empresas<sup>5</sup>.

4 <https://www.telefonica.com/es/web/sala-de-prensa/-/telefonica-supera-sus-objetivos-de-despliegue-de-5g-en-espana-y-alcanza-una-cobertura-del-76-de-la-poblacion>

5 [https://www.saladeprensa.vodafone.es/c/notas-prensa/np\\_resultados\\_q3\\_2021/](https://www.saladeprensa.vodafone.es/c/notas-prensa/np_resultados_q3_2021/)

# Los retos pendientes del 5G en España

por EMILIA PÉREZ

DIRECTORA DE ECONOMÍA. AGENCIA EFE

Si algo ha demostrado la crisis causada por la pandemia de la Covid-19 es la importancia de la digitalización y de contar con buenas redes de telecomunicaciones capaces de soportar el trabajo, la educación, el ocio e, incluso, la sanidad a distancia, en tiempos de confinamiento como los vividos. Videoconferencias de trabajo, clases online, reuniones de amigos por zoom o conciertos en "streaming" desde la casa de un artista han servido para examinar la robustez de nuestras telecomunicaciones y el resultado ha sido bastante satisfactorio. "Las restricciones de movilidad han puesto a las telecomunicaciones en primera línea de fuego al ser una de las tecnologías prioritarias que han permitido continuar funcionando al país mientras estábamos reclusos", resume José Antonio Morán, director del Grado de Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la UOC. Consciente del valor de sus redes, España afronta el gran reto de desplegar 5G autónomo o tecnología móvil 100 % 5G ("standalone"), es decir, aquella que funciona independientemente del 4G. Y lo hará en un contexto en el que el impacto económico de la pandemia lleva a los operadores a plantearse "muy bien" las inversiones, "con el consecuente efecto ralentizador sobre el despliegue", como recuerda Morán, pero también en un momento en el que los fondos que la Unión Europea pondrá a disposición de España suponen una ocasión histórica para digitalizar el país. "El 5G supone una oportunidad única para reactivar la economía de España. La conectividad de alta capacidad está llamada a ser pieza angular para la digitalización de la sociedad en su conjunto y las enormes inversiones en infraestructuras requerirán por sí mismas grandes cantidades de mano de obra", apunta la directora general de Red de Orange España, Mónica Sala.

## ¿Una nueva generación o algo más?

El 5G promete ser algo más que una nueva generación móvil. Será la tecnología que propiciará que todo esté conectado, lo que se conoce como internet de las cosas, gracias a su capacidad para gestionar una mayor densidad de dispositivos (100 veces más que la actual); la tecnología que hará posible las operaciones quirúrgicas en remoto o la conducción autónoma, al reducir la latencia o tiempo de espera al entorno de 1 milisegundo (la práctica inmediatez), y la tecnología que nos permitirá descargarnos en el móvil vídeos en ultra alta definición o realidad virtual, con su mayor capacidad de transmisión de datos. Se estima que la nueva red ofrecerá banda ancha de muy alta velocidad y capacidad, con velocidades en movilidad superiores a los 100 Mbits/s y picos de 1 Gbps<sup>1</sup>. "Se trata de algo más que más velocidad", asegura el director del Observatorio Nacional 5G, Federico Ruíz, que reconoce, no obstante, que "el reto principal" en estos momentos "es que suceda realmente lo que se espera, que el 5G sea diferente. Que no sea el 4G más 1".

1 Observatorio 5G: "Informe de estandarización y despliegue del 5G". 2020. Pg. 13



Gracias a esas fabulosas prestaciones que se espera alcanzar con el 5G “standalone”, la quinta generación móvil ha sido considerada una tecnología clave tanto por la Unión Europea, como por el Gobierno español. Y 2021 es un año crucial para su despliegue en nuestro país, tras un 2020 marcado por la pandemia del coronavirus, que ha alterado los planes previstos. “No hay retraso real y mucho menos mayor que el que pueda tener cualquier país considerando la pandemia y sus efectos”, dice el director de Estrategia y Desarrollo de Red de Telefónica España, Javier Gutiérrez. “Vamos a perder 9 meses ya”, opina, por el contrario, el catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) Narcís Cardona, director del Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia (iTeAM).

La agenda de 2021 está llena de retos en todos los frentes: asignación y reordenación del espectro, despliegue de infraestructuras, nueva regulación y hallazgo de modelos de negocio que permitan amortizar las grandes inversiones que supondrá la nueva red, pero que también generen riqueza y puestos de trabajo.

## ¿Qué pasa con el espectro?<sup>2</sup>

Empecemos por lo básico, por las redes. Para poder ofrecer 5G autónomo es necesario que los operadores cuenten con bloques de espectro contiguo en las frecuencias adecuadas. En Europa se han identificado tres bandas como prioritarias: la de 700 MHz, la de 3,5 GHz y la de 26 GHz. ¿En qué estado está en España su adjudicación? Pues se espera que los operadores dispongan de la primera mucho antes del verano, según ha declarado el secretario de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, Roberto Sánchez; la segunda ya está adjudicada pero falta reordenarla, lo que está previsto que se haga esta primavera, y para la tercera aún no hay fecha<sup>3</sup>.

La banda de los 700 Mhz es especialmente valiosa porque, al igual que otras frecuencias en bandas bajas —por debajo de 1 GHz—, facilita la penetración en interiores y tiene mayor

<sup>2</sup> El Consejo de Ministros aprobó el 27 de abril ampliar de 20 a 40 años los plazos de duración de las licencias de frecuencias de espacio radioeléctrico, para promover las inversiones en redes necesarias para desplegar 5G, una medida que ya se incluirá en las próximas licitaciones, incluida la de 700 MHz. La medida, que reclamaba el sector, supondrá la modificación de la Ley General de Telecomunicaciones para adaptarla a lo que establece el Código Europeo de las Comunicaciones Electrónicas.

<sup>3</sup> Esos eran los plazos previstos en el momento de entrega del artículo.

## 2021 ES UN AÑO CRUCIAL PARA SU DESPLIEGUE EN NUESTRO PAÍS, TRAS UN 2020 MARCADO POR LA PANDEMIA DEL CORONAVIRUS, QUE HA ALTERADO LOS PLANES PREVISTOS

capacidad de propagación, es decir, llega más lejos, con lo que los operadores pueden, con menos antenas, cubrir mucho territorio. Y menos antenas significa menos gasto. Se trata de una banda, eso sí, con baja velocidad de transmisión<sup>4</sup>. “Es la menos 5G de las tres. Es una banda de conectividad territorial”, señala el director del Observatorio 5G. “Las funciones del 5G no caben en los canales de la banda de 700 MHz, ya que tiene muy poco ancho de banda por canal”, coincide el profesor Cardona.

Otro motivo que la hace especialmente valiosa es la poca cantidad de espectro disponible en esa banda, en comparación con otras de las consideradas prioritarias. Su subasta se ha retrasado por la

pandemia. La banda estaba ocupada por la televisión digital terrestre (TDT), por lo que su uso para comunicaciones móviles exigía liberarla primero, lo que se conoce como segundo dividendo digital. Y ahí llegaron los retrasos. Las medidas de distanciamiento social y las restricciones a la movilidad implantadas para tratar de contener el virus ralentizaron el proceso de liberación y de resintonización de las televisiones en frecuencias más bajas. De hecho, los trabajos se paralizaron durante las semanas más duras del confinamiento y solo se retomaron el 1 de junio de 2020 en aquellos municipios que estaban en la fase II de desescalada, lo que llevó al Gobierno a posponer al 31 de octubre pasado el final del proceso. Y eso trajo consigo el retraso en la licitación de la misma para servicios móviles<sup>5</sup>. Las condiciones de la puja han generado las objeciones de los operadores, en concreto al precio de salida propuesto por el Gobierno (1.170 millones de euros) y las obligaciones de cobertura (proporcionar cobertura al 100 % de las poblaciones de 50.000 y 20.000 habitantes en tres años, en función de los bloques). La inversión para adquirir espectro “detraerá recursos de cara al despliegue posterior”, advierten.

No es el único reto pendiente en materia de espectro. Los operadores esperan también que antes de mitad de año se reordene la banda de los 3.500 MHz, subastada en 2018 y también considerada prioritaria para desplegar 5G, ya que, en comparación con las frecuencias bajas, ofrece una capacidad mayor, pero con una cobertura menor. “Es la banda reina del 5G por la combinación ideal de alcance y capacidad”, asegura el director del Observatorio Nacional 5G. En febrero de 2021, Telefónica y Orange se hicieron por 42 millones con los 20 MHz (10 por operador) que quedaban por asignar de esa banda. La reordenación permitirá a operadores tener espectro de forma contigua, lo que facilitará un uso más eficiente del mismo.

Hay una tercera banda considerada prioritaria, la de 26 GHz, que puede tener un rol muy relevante en aplicaciones para la industria o la logística gracias a su gran velocidad de transmisión, con un alcance limitado, eso sí, a unos pocos kilómetros<sup>6</sup>. El Gobierno, en su estrategia de desarrollo del 5G, prevé que en 2021 “se haya completado la asignación de las frecuencias en esta banda, de modo que se puedan prestar servicios de muy alta capacidad en ella tan pronto como los estándares, los equipos y los despliegues estén disponibles”<sup>7</sup>. Los operadores, sin embargo, no la ven muy necesaria todavía. “La banda de 26 GHz debería resultar más útil cuando se haya materializado un despliegue razonable de 5G en las bandas

4 Observatorio 5G: “Informe de estandarización y despliegue del 5G”. 2020. Pág. 15

5 En el momento de entrega del artículo, el Gobierno mantenía su intención de convocarla en el primer trimestre de 2021.

6 Observatorio 5G: “Informe de estandarización y despliegue del 5G”. 2020. Pág. 15

7 Vicepresidencia Tercera del Gobierno. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. “Estrategia de impulso de la tecnología 5G”. Noviembre 2020. Pág. 53

anteriores y cuando esté plenamente operativo el 5G SA (standalone)", dice el directivo de Telefónica. "Dependerá del interés que haya", añade el director del Observatorio 5G.

Hay otro debate abierto en temas de espectro: ¿Se deben reservar frecuencias para las industrias sectoriales de forma que puedan desplegar sus propias redes 5G como se ha hecho en otros países europeos? En Alemania, por ejemplo, se reservó para las grandes industrias 100 de los 400 Mhz disponibles en la banda de los 3,5 GHz. Los operadores, obviamente,

se oponen. "Es una decisión que yo no comparto", asegura Gutiérrez. "Los operadores de telecomunicaciones sabemos desplegar y operar las redes" y "gestionar todo su ciclo de vida", añade el directivo de Telefónica, que advierte de que más preocupante que la fase de despliegue, es la fase posterior, "cuando la tecnología desplegada se queda obsoleta o surgen problemas para cuyo diagnóstico y resolución no tienen herramientas ni conocimientos porque no son su foco de negocio". Incluso lo ve contradictorio para el propio desarrollo del 5G, que, gracias a funcionalidades como el "network slicing" o "red en lonchas", "permite asignar recursos específicos a una determinada empresa para garantizarle las prestaciones sin que

éstas se vean comprometidas por el uso compartido del espectro público". "Los operadores son los que pueden hacer un uso más eficiente" del espectro, "garantizando el despliegue necesario y asegurando que no haya espectro sin utilizar", coincide, por su parte, la directiva de Orange. También el director de Estrategia, Marketing, Comunicaciones y Asuntos Públicos de Ericsson España, Iván Rejón, cree que el espectro en manos de los operadores lleva "a una gestión eficiente del mismo".

Sin embargo, el profesor Cardona sí lo ve buena idea, ya que eso permitiría priorizar el uso del 5G en escenarios industriales. A su juicio, los operadores tardarán mucho en llegar a determinados escenarios, porque no tienen un negocio tan evidente en ellos como en el de particulares. "Para el operador ahora mismo lo rentable es seguir apostando por aquello que es su negocio principal, las líneas de datos en teléfonos personales", por lo que al final, "lo que terminará pasando es que los eventuales operadores de redes privadas (por ejemplo, una fábrica o un palacio de congresos) acabarán instalando WiFi 6, cuando podríamos aprovechar la tecnología 5G, que es mucho más potente en todos los sentidos", asegura. Sobre los posibles problemas de mantenimiento y gestión de esas eventuales redes privadas, argumenta que hay operadores que tienen buena parte de esos trabajos subcontratados.

En caso de que el Gobierno, como responsable de la regulación del espectro en España, acceda a hacerlo, ¿cuál sería la banda más apropiada? "Lo lógico sería en las bandas medias. Ahora hay posibilidades de encontrarlo justo por encima de la que se ha subastado (es decir, de 3,8 GHz a 4,2 GHz) o en los 20 MHz que todavía quedan de Defensa", responde Cardona, ya que la de 700 MHz es "una banda de cobertura" y la banda milimétrica (26 GHz) es "carísima de operar" y con un alcance más corto. Otra opción es el mercado secundario, es decir, permitir a los operadores subalquilar o ceder su uso a un tercero.

### Que haya redes 5G 100 % autónomas... y sean rentables

Con los 90 MHz de espectro contiguo adquirido en la banda de 3,5 GHz, Vodafone se convirtió en junio de 2019 en el primer operador en lanzar en España servicios comerciales 5G "non standalone" o no autónomo. El resto de operadores encendieron sus redes 5G en 2020:

## ¿SE DEBEN RESERVAR FRECUENCIAS PARA LAS INDUSTRIAS SECTORIALES DE FORMA QUE PUEDAN DESPLEGAR SUS PROPIAS REDES 5G COMO SE HA HECHO EN OTROS PAÍSES EUROPEOS?



en septiembre, Telefónica y Orange, y MásMóvil en diciembre. Pero será con la banda de 700 MHz adjudicada y la de 3,5 GHz reordenada, y con un catálogo mayor de dispositivos 5G en el mercado, cuando los cuatro operadores se lanzarán a desplegar 5G autónomo. Telefónica, por ejemplo, prevé acelerar los despliegues cuando concluya la subasta a fin de que a finales de 2021 o en 2022 ya esté listo el 5G en su versión "standalone"<sup>8</sup>, según dijo su presidente en España, Emilio Gayo.

Si la red 5G no es una red móvil más, ¿desplegarla será un desafío diferente al de generaciones anteriores? ¿y más caro? "Desde luego, el reto de inversión es muy importante y va de la mano de una complejidad considerable de la tecnología. El 5G no es solamente un despliegue de una nueva tecnología radio, sino un cambio de paradigma tecnológico, ya que se trata de una transformación completa de la red y de la forma en que ésta se despliega", asegura el director de Estrategia y Desarrollo de Red de Telefónica España. Para el director del Instituto iTeAM, el despliegue físico de la nueva red no será de momento "un reto tan distinto", ya que en una primera fase se irá a un despliegue "macrocelular", aprovechando las miles de antenas 4G que hay en todo el territorio, aunque adaptándolas para 5G, ya sea cambiando los equipos o actualizándolos. Los operadores de red y de infraestructura han propuesto diversos proyectos que, con la financiación de fondos europeos, buscan extender las redes móviles 4G y 5G a zonas rurales y aisladas, lo que supondría construir nuevos emplazamientos. En una segunda fase, conforme se vaya incrementando el tráfico en la red, se prevé desplegar de forma masiva otro tipo de antenas adicionales de pequeño tamaño, las conocidas como "small cells"<sup>9</sup>, más próximas a los servidores de contenidos. Según fuentes del sector, serán necesarias varias decenas de miles de esas pequeñas antenas, que, al igual que sus hermanas de mayor tamaño, también tendrán que estar conectadas con el resto de la red con fibra óptica (o una tecnología que posibilite un ancho de banda equivalente), lo que hace necesario regular su instalación en núcleos urbanos. "En exteriores, se utilizan para densificar la red macro

8 MOLLEDA, B.: "Telefónica prevé desplegar un 5G pleno en España a final de 2021 o en 2022". EFE. 16 marzo de 2021.

9 SCF: "Small cells and digital transformation". Julio 2020. Según las previsiones del Small Cell Forum, dos de cada tres antenas de pequeño tamaño que se instalen en los próximos años, se situarán en empresas (hasta el 68 %). Para 2026, se prevé que haya instaladas 38,3 millones de pequeñas antenas en todo el mundo.

y el despliegue se realizará principalmente en bandas altas, milimétricas”, explica Rejón, que recuerda que, como alternativa a la fibra, se pueden utilizar soluciones como IAB (Integrated Access Backhauling, es decir, que sea la propia radio la que hace de backhaul o retorno), “lo que en entornos urbanos ofrece ventajas en términos de costes operativos o espacio físico”.

El presidente de Telefónica España, Emilio Gayo, ha estimado que la nueva tecnología móvil obligará a las operadoras a invertir más de 6.000 millones de euros, sólo en infraestructuras, pero que por cada euro que destinen los operadores, el conjunto del ecosistema invertirá otros tres<sup>10</sup>. Al mismo resultado parece haber llegado el Gobierno, que prevé que como consecuencia de la puesta en marcha de los proyectos y medidas definidos en la Estrategia de Impulso al 5G, junto con el plan para la conectividad, se prevé movilizar en España una inversión privada de 24.000 millones en sus cinco años de vigencia. Los recursos públicos, gracias a la contribución de los fondos europeos, ascenderán a 2.000 millones de euros<sup>11</sup>, con medidas para facilitar la disponibilidad de espectro, fomentar el despliegue e incentivarlo donde proporcione un mayor efecto transformador, en aras de vertebrar el territorio y reducir la brecha.

## EL GOBIERNO PREVÉ MOVILIZAR EN ESPAÑA UNA INVERSIÓN PRIVADA DE 24.000 MILLONES DE EUROS EN 5 AÑOS

“Los fondos europeos de reconstrucción deben jugar un papel relevante en la aceleración de despliegue de 5G en nuestro país”, opinan desde Vodafone. Según el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía, que se presentó en detalle el 13 de abril, la Hoja de Ruta del 5G cuenta con una inversión de casi 4.000 millones de euros.

Con el fin de lograr un despliegue más competitivo, seguro y barato, y menos dependiente de un único proveedor, los grandes operadores están acelerando su apuesta por las tecnologías de redes de acceso por radio abiertas (Open RAN), es decir, tecnologías que facilitan la interoperabilidad de los componentes de distintos fabricantes y rompen con la idea de red propietaria, donde todas las piezas, de extremo a extremo, pertenecen al mismo proveedor. “A partir de cierto punto, hay piezas de la red que no tiene que proporcionarlas el mismo fabricante de los equipos de radio”, explica Cardona. A esto contribuye el hecho de que en la red 5G, en comparación con generaciones anteriores, hay más parte programada que construida en hardware. “Necesita menos electrónica y se basa más en programación”, resume Cardona, que destaca que esto supone abrir la puerta a otros actores, competidores de los fabricantes tradicionales, como IBM, Cisco o Intel.

En lo que todos están de acuerdo es en la necesidad de rentabilizar las inversiones. El reto, dice Gutiérrez, es desarrollar “un ecosistema de nuevos servicios a partir de las prestaciones diferenciales del 5G”. Las posibilidades son variadas: industria automatizada y sin cables, experiencias de ocio inmersivas, coche conectado... Según un reciente estudio<sup>12</sup>, elaborado por Analysys Mason para Ericsson y Qualcomm, la adopción de la tecnología puede generar beneficios por valor de 210.000 millones de euros en Europa. También la consultora Pwc estima que la adopción de la nueva tecnología sumará 1,3 billones de dólares al PIB mundial para 2030<sup>13</sup> y las aplicaciones que generarán más riqueza son salud, suministros inteligentes, media y consumo, industria y servicios financieros.

10 MILLÁN, S.: “Telefónica advierte de que el 5G necesitará en España una inversión de 6.000 millones”. “Cinco-Días”. 26 de Noviembre de 2020.

11 Vicepresidencia Tercera del Gobierno. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. “Estrategia de impulso de la tecnología 5G”. Noviembre 2020. Pág. 9

12 Analysys Mason: “5G action plan review for Europe”. Septiembre 2020. Pág. 9

13 Pwc: “The global economic impact of 5G. Powering your tomorrow”. 2021. Pág. 5

Para el profesor Cardona, la clave es un cambio de enfoque para primar los servicios industriales y empresariales sobre los servicios a "smartphones", ya que si no, habría que esperar "4 ó 5 años" para empezar a rentabilizar la red, hasta que evolucionen los móviles y la demanda de conexión a cosas más complicadas, como hologramas o realidad virtual. A su juicio, es imprescindible que surjan integradores, ingenierías y pequeñas empresas de base tecnológica que entiendan las capacidades del 5G y las necesidades de la industria y desarrollen nuevos modelos de negocio, en los que luego tendrán que participar los operadores para

ofrecer el servicio de conexión. Es decir, que hagan "esa intermediación o pasarela tecnológica" entre la industria y los operadores móviles. "La introducción del 5G y sus casos de uso va a requerir la colaboración de diferentes actores de la industria, y los operadores estamos trabajando en identificar a los socios adecuados para construir la propuesta de valor", apunta Sala.

Para tratar de aterrizar la utopía a la realidad han sido útiles los pilotos 5G, que han permitido probar casos de uso, comprobar las limitaciones o las ventajas de la tecnología en cada aplicación, detectar el interés de la industria y estimar los costes que va a suponer y si va a ser rentable o fácil de implementar. En la actualidad, hay más de 100 pilotos de casos de usos distintos en España para testar todo el abanico de nuevas funcionalidades de la tecnología móvil que

hasta ahora no eran posibles. "De esos, van a morir unos cuantos. Algunos funcionarán, otros no y para otros, con la 4G será suficiente", señala el profesor Cardona.

Ese desafío permanente de rentabilizar las inversiones en nuevas generaciones móviles coincide ahora con un contexto de caída de precios de los servicios de banda ancha y móviles en Europa debido a la alta competencia y la fragmentación del mercado, según las patronales del sector. El retorno sobre el capital invertido se ha reducido de media del 10 % en 2010 al 5 % en 2018 debido a la caída de ingresos, lo que hace de la región "un mercado cada vez menos atractivo para la inversión"<sup>14</sup>, según la GSMA

Además de adjudicada la banda de 700 MHz y reordenada la de 3,5 GHz, para verano se espera que esté aprobada también la Ley de Ciberseguridad 5G, necesaria para que la nueva generación móvil, con capacidad para transportar ingentes volúmenes de información y permitir la interacción simultánea de millones de personas y cosas, funcione en un entorno de confianza. Con la ley, que estará armonizada a nivel europeo, se pretende contribuir a la seguridad nacional y la autonomía digital europea, al impulsar la diversificación de suministradores y limitar la dependencia de proveedores de alto riesgo, aunque no veta, a priori, a ninguna compañía<sup>15</sup>. ●

14 GSMA: "Sovereignty, Resilience and Trust. Strengthening Europe's Digital Economy After COVID-19". Octubre 2020. Pág. 5

15 Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales. Borrador de Anteproyecto de Ley sobre requisitos para garantizar la seguridad de las redes y servicios de comunicaciones electrónicas de quinta generación.

**EN LA ACTUALIDAD, HAY MÁS DE 100 PILOTOS DE CASOS DE USOS DISTINTOS EN ESPAÑA PARA TESTAR TODO EL ABANICO DE NUEVAS FUNCIONALIDADES DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL QUE HASTA AHORA NO ERAN POSIBLES**

## 3. Realidad y mitos sobre el 5G



### 3.1 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS REALES

#### Casos de uso

La falta de aplicaciones concretas ha sido una de las críticas recurrentes hacia la tecnología 5G en los últimos años. Se achacaba al nuevo sistema una ausencia de demanda para los nuevos servicios por parte del mercado, dentro de un ecosistema 5G falto de madurez.

Conscientes de esta situación, operadores, fabricantes de equipos de red y de terminales, las autoridades nacionales y los organismos sectoriales internacionales han impulsado múltiples iniciativas colectivas en torno a proyectos piloto que sirvieran a una doble finalidad: analizar el comportamiento y funcionamiento de la nueva tecnología y demostrar sus usos. Iniciativas que también han contado con la participación de un gran número de empresas de diferentes sectores productivos, afectados todos ellos por la irrupción del 5G.

En el caso español, el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital adjudicó en julio de 2020 ocho nuevos proyectos piloto 5G, con un presupuesto agregado de casi 40 millones de euros, para "promover una demanda temprana que facilite experimentar con las diferentes potencialidades de esta tecnología, promover el desarrollo de ecosistemas entre operadores, proveedores de tecnología y soluciones y resto de agentes implicados"<sup>1</sup>.

Estos proyectos se sumaron a dos anteriores, fruto de una convocatoria de la administración realizada a finales de 2018. Los pilotos son desarrollados por Uniones Temporales de Empresas lideradas por diversos operadores de telecomunicaciones y suministradores de equipamiento y servicios para estas redes.

Con este programa de impulso, España lidera el campo de los casos piloto(s) dentro de la Comunidad Europea. Los proyectos se vienen desarrollando desde 2020 en ocho comunidades autónomas: Andalucía, Castilla-La Mancha, Cataluña, Comunidad de Madrid, Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia y País Vasco. Permitirán explorar e identificar casos de uso y aplicaciones de la tecnología 5G en sectores diferentes, desde la seguridad hasta la educación y la industria, pasando por la agricultura, el turismo o la producción de televisión.

En total, son 16 verticales en los que la Unión Europea quiere desarrollar la 5ª Generación de las telecomunicaciones y que serán los principales sectores de actividad en los que, dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, se invertirán los 140.000 millones de euros de ayuda a España por la crisis del coronavirus. El impulso al despliegue de las redes 5G es uno de los ejes de la estrategia España Digital 2025.

Los 16 verticales/sectores son: Agricultura, Automóviles y Transporte Terrestre, Drones, Educación, Salud, Energía, Acceso Inalámbrico Fijo, Industria 4.0, Medios de Comunicación y Entretenimiento, Seguridad Pública, Edificios Inteligentes, Ciudades Inteligentes, Servicios Públicos Inteligentes, Turismo, Transporte y Realidad Virtual.

En el marco de estos proyectos pilotos, los operadores están desarrollando en España cerca de un centenar de casos de uso de 5G. Según DigitalES, Asociación Española para la Digitalización, España ocupa la segunda posición tanto en volumen de proyectos como en retorno económico de esta tecnología, solo por detrás de Alemania. En número de pruebas, sin embargo, España se sitúa por delante de Francia, Italia y Alemania<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <https://www.mineco.gob.es/portal/site/mineco/menuitem.ac30f9268750bd56a0b0240e026041a0/?vgnnextchannel=864e154527515310VgnVCM1000001d04140aRCRD&vgnnextoid=-c418823e58f93710VgnVCM1000001d04140aRCRD>

<sup>2</sup> <https://www.digitales.es/blog-post/los-proyectos-piloto-de-5g-que-han-situado-a-espana-a-la-cabeza-de-europa/>

## Salud

Según el informe de PwC, "The global economic impact of 5G", más de la mitad del impacto económico de la 5G en el mundo -530.000 millones de dólares- se producirá por su aplicación en el sector de salud y de atención sociosanitaria en los próximos diez años. El rápido crecimiento de la telemedicina durante la situación de pandemia que padecemos desde hace más de un año arroja luz sobre hacia dónde se dirige el futuro de la atención médica.

La atención remota ha sido uno de los campos de experimentación que más interés ha suscitado, al ser una de las áreas sanitarias en las que la 5G puede permitir un mayor ahorro de costes y mejores resultados para la salud. Además, apunta a que el incremento de su uso, acompañado de los avances en robótica, IoT e Inteligencia Artificial, pueden dar lugar al surgimiento de una nueva atención médica conectada.

Asimismo, la 5G puede ayudar a reducir la duración de las estancias hospitalarias, mejorando la comunicación entre médicos y pacientes de forma continua y en tiempo real; optimizar las interacciones entre médico y paciente, a través de plataformas de salud móvil que permitan un intercambio más rápido y preciso de información médica; transportar equipos médicos y tratamientos con drones; y mejorar la experiencia y eficacia de la telemedicina.

### Quirófano 5G

Telefónica viene desarrollando, conjuntamente con el Hospital Quirónsalud Málaga, el primer sistema de

asistencia experta a operaciones basado en 5G con integración de datos médicos por realidad aumentada.

El proyecto incluyó la realización de siete cirugías endoscópicas digestivas en el Hospital Quirónsalud de Málaga asistidas en remoto desde Japón, mediante tecnología 5G y realidad aumentada.

Estas intervenciones fueron realizadas y retransmitidas en directo durante un congreso médico celebrado en Málaga a finales de 2019. Las operaciones se realizaban desde la sala de Endoscopia de Quirónsalud Málaga con la supervisión y el asesoramiento desde el Endoscopy Center del Hospital de Osaka.

La tecnología 5G ha sido clave tanto por la posibilidad que ofrece para transmitir videos de los sistemas de endoscopia de calidad 4K a alta velocidad así como por la minimización de los retardos gracias a la baja latencia del 5G, que permitió supervisarla desde Japón y ha permitido a los 100 médicos y asistentes interactuar con la operación que estaba realizando en Málaga.

La videoconferencia fue desarrollada totalmente utilizando tecnología WebRTC y html5, es decir que solo se necesita un navegador web para su funcionamiento. Esta solución ha sido posible gracias a la colaboración de la empresa malagueña Linos Soluciones Informáticas S.L, especializada en el desarrollo de soluciones web, Inteligencia Artificial y realidad aumentada.

Además, se ha incorporado como novedad la realidad aumentada en la pantalla de la videoconferencia donde ha aparecido durante toda la operación información imprescindible para la misma actualizada en tiempo real.



En concreto parámetros propios de la endoscopia (tipo de bisturí, potencia del bisturí eléctrico y de suturación) y parámetros vitales tales como presión arterial y velocidad cardiaca.

Así mismo, la realidad aumentada ha permitido la interacción desde Japón y de los mismos asistentes que han podido indicar gráficamente en la pantalla las partes por las que se sugería avanzar la cirugía.

En cuanto a las comunicaciones han sido cursadas por un CPE (Customer Provider Equipment) 5G de Huawei tanto las de entrada como de salida desde el hospital.

## Transporte

Dentro de la industria del transporte, el vehículo autónomo ha sido el gran exponente de la usabilidad de la tecnología 5G. Este será el siguiente paso al coche conectado que ya es más habitual (un ejemplo de ello es la integración de sistemas de navegación conectados a la red GPS o la posibilidad de conectar un teléfono inteligente a un automóvil).

La conducción autónoma hace referencia a los vehículos que no necesitan conductor para su manejo, capaces de interactuar con otros vehículos y con los elementos viales que le rodean tales como semáforos, señales o peatones. Según Business Insider, se estima que habrá

77 millones de automóviles conectados producidos en 2025, mientras que completamente autónomos o semiautónomos, serán 14 millones<sup>3</sup>.

No obstante, más allá del vehículo autónomo, los beneficios del 5G ya se están viendo en otros sectores relacionados con el transporte.

### Puerto de Algeciras, puerto inteligente

Un ejemplo de ello es el Puerto de Algeciras, el primer puerto español y en el cuarto a nivel europeo en carga total manipulada y transporte de pasajeros. Vodafone, en colaboración con Huawei, ha desarrollado un proyecto piloto para probar el uso de la tecnología 5G en los procesos de control y seguridad de la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras (APBA). Gracias a esto se pueden mejorar, por ejemplo, los tiempos de respuesta y eficiencia en la resolución de incidencias, se permite la transmisión de video streaming en tiempo real para garantizar la supervisión del puerto, o se incrementa la autonomía y productividad de los operarios.

Esta experiencia piloto ha demostrado que la tecnología 5G ayuda a agilizar y optimizar la gestión, la operación y los sistemas de protección y seguridad del Puerto. La solución llevada a cabo permite la identificación de

3 <https://www.businessinsider.com/iot-connected-smart-cars>





problemas y, por lo tanto, la optimización de los tiempos y la eficiencia en su resolución, incrementando la autonomía y productividad de los operarios.

Gracias a la tecnología 5G, durante la ejecución del piloto los sistemas de protección y seguridad del puerto han logrado una mayor ubicuidad y agilidad. Para ello, se ha utilizado Realidad Aumentada para la representación de información de activos sobre el terreno de manera geolocalizada y en tiempo real. Esto permite, por ejemplo, la mejora de los tiempos de respuesta y de la eficiencia en la resolución de incidencias, combinando la inspección local con el acceso a datos técnicos de los diferentes sistemas en cualquier lugar y en tiempo real, y ofreciendo una visualización más dinámica y rápida de diferentes contextos (buques, infraestructura y canalizaciones, por citar algunos).

Además, se ha verificado la transmisión de video streaming en tiempo real para garantizar la supervisión del puerto por la disponibilidad de vídeo de mayor calidad y sin cortes. La tecnología 5G también ha hecho posible incluir nuevos dispositivos móviles de grabación de video que no transmitían imágenes en tiempo real y que complementan el sistema fijo de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) existente.

Además de estos beneficios, también se da una mayor rapidez en la respuesta por parte del personal cualificado que se encuentra en las oficinas, que además gana en comodidad y ve incrementada su flexibilidad de manera notable.

El proveedor con el que se ha trabajado en este caso de uso ha sido Virtualware.

El primer caso de uso, de interés para la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, tiene como fin agilizar el flujo de vehículos por el Puerto hacia las zonas de embarque, especialmente en períodos de afluencia masiva (Operación Paso del Estrecho). El objetivo es desplegar un sistema de guiado automático de vehículos mediante

la señalización en paneles luminosos que indiquen al conductor el trayecto a seguir hasta la zona de embarque correspondiente al billete previamente adquirido. Para ello, se hace uso de un sistema de reconocimiento de matrículas basado en cámaras de vídeo conectadas a la infraestructura 5G de Vodafone/Huawei, incluidos los recursos MEC (Multi-access Edge Computing) para el procesado de imagen y la consulta a las bases de datos de las navieras.

El segundo caso de uso consiste en una aplicación para la Guardia Civil, autoridad responsable de la seguridad en el Puerto de Algeciras. El objetivo es la generación en tiempo real de alertas relacionadas con la identificación de personas sospechosas mediante el uso de técnicas de reconocimiento facial. Como en el anterior caso, la solución se apoya en el procesado de vídeo en la infraestructura MEC, donde se obtienen los vectores asociados a las caras de los pasajeros de los vehículos y se cotejan en la base de datos de individuos en busca. El proyecto contempla la visualización de las alertas a través de un dashboard instalado en un centro de control, así como a través de unas gafas dotadas de capacidad VR/AR.

### **Un corredor 5G entre Vigo y Oporto para testar el coche autónomo del futuro**

Dentro de las iniciativas más destacadas vinculados al transporte por carretera, destaca el proyecto europeo 5GMobix, creado para desplegar y evaluar servicios 5G que darán soporte a la movilidad conectada, cooperativa y automatizada (CCAM). En el proyecto, cofinanciado por la Comisión Europea en el marco del Programa Horizonte 2020, participan 52 socios de 9 países de la UE, China y Corea, entre ellos empresas tecnológicas y de telecomunicaciones de España y Portugal, la Dirección General de Tráfico y su homóloga lusa, el Ayuntamiento de Vigo y el Centro Tecnológico de Automoción de Galicia.

### **Agricultura y desarrollo rural**

Uno de los principales retos a los que se enfrenta la humanidad en las próximas décadas es el de poder alimentar a una población que alcanzará los 9.000 millones de habitantes en 2050 y para la que la Organización de las Naciones Unidas calcula que será necesario cultivar un 70% más de alimentos, lo que obligará a mejorar y hacer más eficientes los procesos productivos.

La agricultura inteligente constituye el pilar clave para la agricultura sostenible y contribuye a utilizar los recursos utilizados en la agricultura (por ejemplo, el agua) de forma más eficaz y eficiente, con el objetivo de aumentar

la producción y/o reducir costes. La velocidad, accesibilidad y flexibilidad que facilita la tecnología 5G permite al agricultor acortar su capacidad de reacción para solucionar cualquier problema vinculado a la cosecha, automatizando los procesos agrícolas, mejorando el acceso a información en tiempo real y de forma remota.

### Proyecto LEAN en Soria

Matanza de Soria, localidad perteneciente al municipio de San Esteban de Gormaz, fue el escenario elegido por Cellnex, Nokia y Quobis para el desarrollo del proyecto Lean en Soria. LEAN (Low cost, Emerging countries, Architecture, Network infrastructure) persigue el despliegue de infraestructuras avanzadas de telecomunicaciones de banda ancha móvil, neutras y compartidas, en zonas rurales extremas sin conectividad, con objeto de promover su desarrollo económico sostenible y facilitar su transformación digital, habilitando aplicaciones claves como la transmisión de datos en tiempo real o el procesamiento local.

El objetivo de este caso de uso era facilitar el control de cultivo de la Bodega La Loba, que desarrolla su proyecto en la zona D.O. Ribera de Duero, a partir de la captación de datos relativos a temperatura y humedad atmosférica y de la tierra, así como los niveles de radiación infrarroja y ultravioleta.

Para ello, diversas sondas instaladas en los cultivos, incluyendo un sistema de monitorización de datos en tiempo real, envían sus mediciones gracias a la conectividad proporcionada por el emplazamiento. Esta información, unida a un sistema de alertas, permite la toma de decisiones ágil en el modelo de cultivo.

Las demostraciones recogidas en el proyecto han puesto de manifiesto "la viabilidad de los servicios de conectividad" en el entorno rural y las funcionalidades que

ofrece el 5G en los sectores agrícolas y empresariales

Entre las características de la infraestructura de red desarrollada para el proyecto Lean, se encuentran: conectividad de banda ancha móvil (4G y 5G), alimentación autónoma mediante energías renovables, procesamiento "en local" para aplicaciones de muy baja latencia y conectividad con el resto de la red basada en tecnología inalámbrica de alta capacidad.

La tecnología de banda ancha móvil (4G y 5G), los equipos terminales de acceso móvil de los usuarios, y los equipos de transporte de radioenlace de alta capacidad han sido proporcionados por Nokia. Quobis ha aportado su plataforma para entornos Edge Computing, capaz de ejecutar de forma autónoma desde la propia torre de telecomunicaciones, servicios de comunicación en tiempo real para conectar personas entre sí (H2H), personas con máquinas (M2H), y máquinas con máquinas (M2M).

Cellnex ha integrado el emplazamiento y el equipamiento de telecomunicaciones en su infraestructura y sistemas de control y ha proporcionado su red de transporte de datos, una novedosa solución de Edge Computing, y los elementos centrales de red para permitir la ejecución del proyecto piloto, con la colaboración del Grupo Masmóvil para el uso de frecuencias 5G.

### Recolección Inteligente de fruta en Málaga

Cellnex también ha colaborado en el piloto desarrollado por Vodafone en la Sociedad Agraria de Transformación Trops, en Vélez - Málaga, que ha consistido en dotar de inteligencia a las máquinas recolectoras, para que sean capaces de decidir en tiempo real si el fruto está preparado o no para ser recolectado, racionalizando este proceso bajo altos estándares de calidad en términos de calibre, aspecto y punto de maduración de cada producto.

En este sentido, la red 5G y la tecnología MEC (Multi-access Edge Computing) resultan clave para la consulta, análisis y transmisión de datos, ejecución de algoritmos y comparación de patrones que permiten elegir y recolectar en tiempo real los frutos que están maduros. Además, para poder cubrir de manera temporal zonas de difícil acceso, Vodafone ha utilizado una unidad móvil 5G que permite crear un área de cobertura 5G en entornos aislados gracias a que dispone de equipos de red radio y core. La agricultura supone uno de los campos más importantes para la aplicación del 5G y en Andalucía representa uno de los sectores más relevantes para la economía de la región.

Cellnex, como proveedor tecnológico del proyecto, ha facilitado la integración de Inteligencia Artificial en el EDGE, para el procesamiento de datos tras la captura de



imágenes de la fruta desde unas cámaras ubicadas en el robot recolector, permitiendo así una toma de decisiones eficiente según su estado. La operadora de infraestructuras de telecomunicaciones ha implementado el sistema de captura de imágenes mediante infrarrojos y cámara estéreo y ha llevado a cabo las labores de diseño de codificación de datos en tiempo real y desarrollo del sistema de Machine Learning empleado en el EDGE.

Además, para poder cubrir de manera temporal zonas de difícil acceso, Vodafone ha utilizado una unidad móvil 5G que permite crear un área de cobertura 5G en entornos aislados gracias a que dispone de equipos radio y core.

Con la dotación de inteligencia y el uso del 5G, la máquina puede tomar imágenes del color y diámetro de la fruta en tiempo real y seleccionar cuáles cumplen los estándares de calidad establecidos. De esta manera, el proceso pasa a ser más eficiente y flexible, conllevando una disminución en los costes y controlando aún más la pérdida de alimentos.

## Industria 4.0

Las aplicaciones 5G para la industria agregarán 134.000 millones de dólares al PIB mundial para 2030, según el informe ya citado de PwC sobre el impacto económico del 5G. La cuarta revolución industrial se fundamenta en la integración entre los mundos de la tecnología de operaciones y las tecnologías de la información y, en este ámbito, la tecnología 5G juega un papel fundamental, facilitando el acceso ubicuo de las máquinas y otros dispositivos y habilitando nuevos modelos de uso y de negocio.

### La logística inteligente

El Corte Inglés contará con una red 5G privada en su central logística de Valdemoro gracias a la colaboración con Telefónica y Ericsson para el desarrollo de dos casos de uso vinculados al concepto de Industria 4.0 aplicado al mundo de la logística y a la optimización de los procesos de paquetería y clasificación de la empresa distribuidora española.

El primero de los casos de uso consiste en la optimización de las rutas de los "porta pallets" de logística en sus desplazamientos, de forma que tanto el desplazamiento como la elevación entre la recogida de un paquete y el siguiente, sigan siempre la ruta del menor tiempo posible.

De esta manera, la optimización en tiempo real se realizará desde el EDGE del operador (un centro de cómputo cercano para lograr baja latencia). Las órdenes al porta-pallets se enviarán utilizando comunicaciones 5G en la

frecuencia de 700 MHz, la más adecuada para conseguir una alta penetración de la cobertura en entornos complejos, con decenas de estanterías de gran altura y llenos de paquetería diversa. Esta optimización espera obtener una mejora de tiempos de cerca del 20%.

El segundo caso de uso –y de gran interés para la Industria 4.0– consiste en la eliminación del cableado físico en las comunicaciones de las máquinas en el interior del centro logístico. De esta forma, en la central de Valdemoro se aplicarán para las comunicaciones entre las máquinas clasificadoras de paquetería y el software que las controla. Esta operación se traduce en un menor coste y una reducción considerable del tiempo para hacer nuevos despliegues de infraestructura y centros logísticos, además de una mayor flexibilidad y capacidad de reacción ante cambios repentinos de maquinaria requeridos por las necesidades del negocio.

## Entretenimiento y espectáculos

El 5G también permitirá explorar nuevas formas más inmersivas de disfrutar de los acontecimientos deportivos y culturales desde casa como si estuvieras en el estadio o en un teatro o festival, ofreciendo tanto a los espectadores "in situ" como a todos los profesionales a pie de escenario la opción de usar redes 5G. O retransmitir una experiencia inmersiva a cualquier espectador que esté en su casa proporcionándole una vista de 360°.

### Cruilla Festival

El Cruilla Festival se convirtió en 2019 en el primer festival 5G de Europa. Gracias a esta iniciativa, los asistentes a su décima edición experimentaron qué se siente al disfrutar en directo de un concierto desde el escenario, al lado de sus artistas preferidos, mediante una experiencia de realidad virtual e inmersiva 360°.



Para llevar a cabo el proyecto se instaló una cámara 360° de ACCIONA en el escenario principal del festival, que tomó imágenes de conciertos en directo (Black Eyed Peas, Bastille o Love of Lesbian, entre otros). La cámara esterostópica transmitió imágenes en 4K durante el streaming a ordenadores de última generación con capacidad para procesar 180 imágenes en alta resolución por segundo. Estos equipos generaron un efecto visual tridimensional, que emuló la experiencia de vivir el concierto subido al escenario junto a los artistas.

Una vez procesadas, se transmitieron vía small cells -micro antenas- a unas gafas de realidad virtual 3D situadas en el espacio 5G Cruïlla, situado en el Village del festival. A través de estas gafas el espectador pudo ver en streaming el video 360°. Para ello, Cellnex instaló, además de small cells para recibir y transmitir la señal, fibra óptica que conectó con los servidores, routers 5G y un core virtualizado. La transmisión de flujo de vídeo se realizó con una latencia -tiempo de respuesta- mínima, prácticamente en tiempo real, debido al procesado de la información en el extremo de la red -EDGE computing- llevado a cabo en el centro de datos instalado en el recinto y en el cual se instaló el MEC (Multi-access Edge Computing), que realizó las funciones de transmisión de las imágenes lo más cerca del usuario final, disminuyendo así la latencia total. El Open EDGE Cloud, a cargo de Qwilt, fue la plataforma de



entrega de contenidos que aseguró la entrega del streaming de video 360° a las gafas de realidad virtual 3D con la máxima calidad y mínima latencia posibles.

La planificación de la red radio 5G utilizó las licencias en la banda de 3,5Hz de MASMOVIL, banda prioritaria para el despliegue de 5G.

El resultado es una mejor experiencia del usuario, que pudo sentirse parte del espectáculo y servirá para avanzar en el desarrollo de nuevas experiencias tecnológicas en el ámbito de la cultura y el entretenimiento.

### 3.2. INVERSIÓN NECESARIA Y SOSTENIBILIDAD

#### Inversiones de los operadores en redes 5G

La puesta en marcha de los servicios 5G, con todas las prestaciones y posibilidades que pueden revolucionar la economía, la industria y la sociedad, requiere un desarrollo muy dinámico de las redes que los soportan, para ajustarse al creciente número de usuarios que se van a sumar a la quinta generación de la telefonía móvil y para seguir el paso de la innovación tecnológica que no admite pausas. Ese desarrollo de las redes implica importantes inversiones en infraestructuras, que se aplican a la construcción de nuevas estaciones base y centros de datos, a la mejora de los emplazamientos ya existentes para añadirles capacidades 5G y a la implantación de nuevas arquitecturas de red y de software de soporte<sup>1</sup>, sin olvidar el coste de la adquisición o subasta de las frecuencias en las bandas asignadas.

Ante esas necesidades, y las del resto de sus redes, los operadores invertirán a nivel global alrededor de 1,1 billones de dólares en el periodo 2020-2025. De esa cantidad, cerca del 80% (890.000 millones de dólares) corresponderá a las tecnologías y redes 5G. Norteamérica, con cerca de 300.000 millones de inversión, dedicará el 87% de esta cantidad al 5G, mientras que China invertirá 180.000 millones (el 90% para el 5G) y el resto de la región de Asia Pacífico se acercará a los 250.000 millones (69% en 5G). Para los operadores europeos, por su parte, se estima un

capex de 170.000 millones, de los que el 90% irá a parar a la quinta generación<sup>2</sup>. China, Europa y Norteamérica son los países y regiones que, por sus recursos y por su apuesta, van a poner más foco inversor en el 5G.

En una escala temporal, el volumen de inversiones en redes 5G hasta 2025 se puede dividir en tres ciclos:

➔ 2018-2020: primeros despliegues, en los que Estados Unidos, China, Japón y Corea del Sur lideran las inversiones.

➔ 2021-2023: aumenta la velocidad de los despliegues. Europa, Oriente Medio y el Norte de África aceleran sus inversiones.

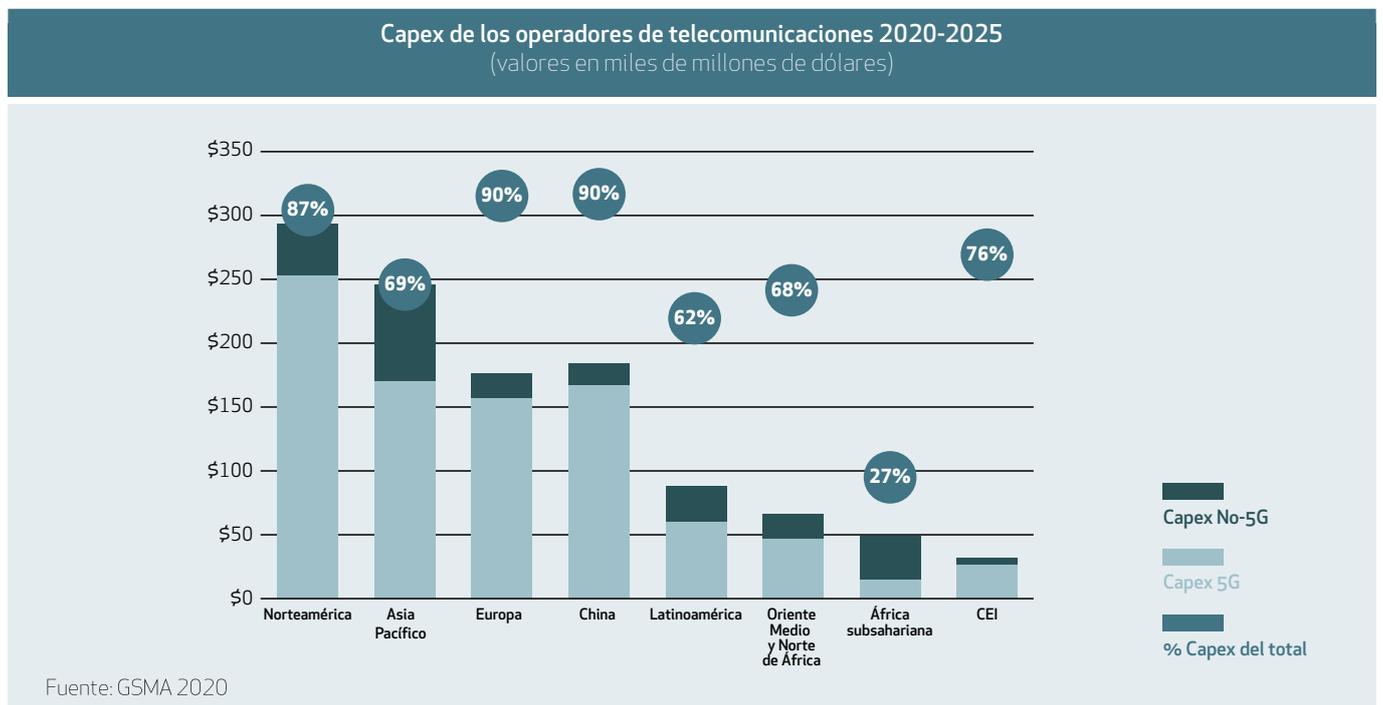
➔ 2023-2025: las redes 5G se multiplican. Latinoamérica, la Comunidad de Estados Independientes (CIS) y el resto de África se suman al desarrollo de estas redes.

Los primeros dos ciclos se han visto afectados por la pandemia de la COVID-19, de forma que en los trimestres centrales de 2020 el capex previsto inicialmente se ha reducido, debido a la interrupción en los despliegues de red por parte de las operadoras y a la debilidad de la demanda por parte de consumidores y empresas. Sin embargo, es previsible un rebote en la inversión en 5G en 2021, para duplicar las cifras de 2020<sup>3</sup>.

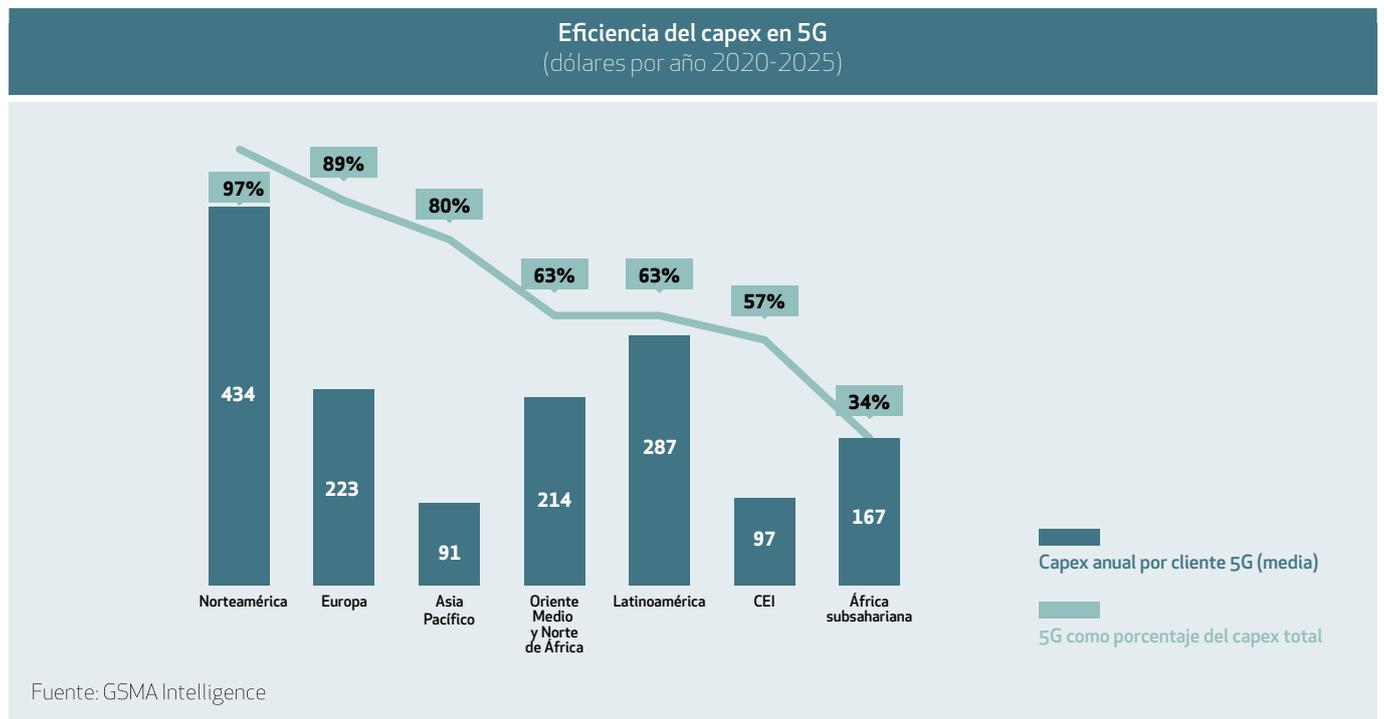
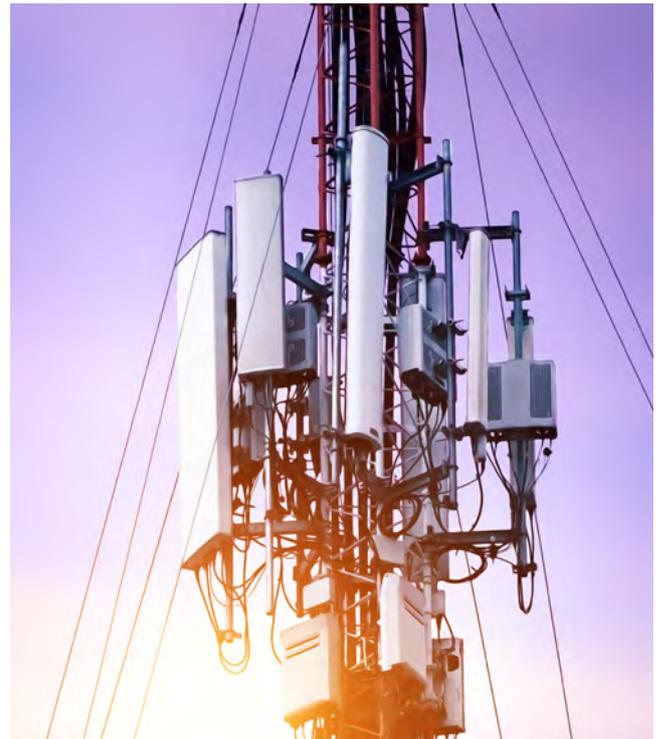
1 5G action plan review for Europe. 2020. Analysys Mason. <https://gsacom.com/paper/5g-action-plan-review-for-europe/>

2 The Mobile Economy 2020. GSMA. <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-5g-moves-from-hype-to-reality-but-4g-still-king/>

3 <https://www.analysismason.com/research/content/comments/covid19-5g-capex-rdms0/>



Todas estas inversiones en 5G se pueden analizar de forma más precisa utilizando el capex relativo, que se calcula en función de la base de clientes estimada. Con datos de GSMA, el indicador de capex relativo muestra que Norteamérica es, con gran diferencia, la región que va a realizar más inversión por cliente (434 dólares por año), seguida por Latinoamérica (287) y Europa (223)<sup>4</sup>. En cambio, la región de Asia Pacífico presenta un indicador mucho más bajo (91 dólares por año). Esa mayor inversión relativa en Norteamérica es una buena noticia para los usuarios, que disfrutarán de mejor cobertura y mayor calidad del servicio, pero obliga a los operadores a fijar unos niveles de precios más altos, lo que puede llegar a dificultar el crecimiento del número de usuarios de 5G en el país. El caso contrario se encuentra en la región de Asia Pacífico (principalmente en China), donde es más probable un aumento rápido del número de usuarios a costa de menores niveles de cobertura y calidad. Europa se posiciona en un escenario intermedio entre ambos extremos.



Además de la inversión en infraestructuras, para el desarrollo de los ecosistemas 5G también es vital la inversión en aplicaciones y modelos de negocio relacionados con la tecnología. En este terreno Europa presenta un

nivel de inversión menor que Estados Unidos y Asia, y las empresas europeas que desarrollan aplicaciones y modelos de negocio relacionados con el 5G se enfrentan a importantes carencias de financiación e inversión del sector público y privado. En relación a Estados Unidos, Europa presenta una brecha de financiación de capital riesgo para el ecosistema de innovación 5G de entre 4.600 y 6.600

4 Global Mobile Trends 2021. Navigating Covid-19 and beyond. 2020. GSMA Intelligence. <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-intelligence-shares-global-mobile-trends-2021/>

millones de euros anuales<sup>5</sup>. Esta brecha de inversión representa un reto importante para la rápida evolución del 5G en Europa, que corre el riesgo de quedarse atrás en la carrera por el liderazgo de esta tecnología, en el complicado escenario de la recuperación de la pandemia. Por ello, Europa necesita aumentar significativamente la inversión en empresas digitales innovadoras de 5G para aprovechar todo el potencial de las innovaciones de esta tecnología y para conseguir que el continente siga siendo un actor relevante, competitivo e independiente en el escenario global.

En el caso español la pandemia también ha paralizado el esfuerzo inversor en 5G, que debe recuperar el ritmo previsto en 2021. La estimación de los operadores sitúa la inversión necesaria para el desarrollo de las redes 5G en el país entre 5.000 y 6.000 millones de euros, solo en infraestructuras, para conseguir una cobertura similar a la que existe para el 4G (por encima del 98% de la población española). Las redes 5G requieren una capilaridad mayor para dar soporte a todos los servicios que va a generar la tecnología, lo que implica invertir en torres de comunicaciones, small cells y fibra óptica para conectar los emplazamientos, sin olvidar el coste del espectro. Algunos operadores aumentan la cifra de inversión hasta los 10.000 millones, si se considera el caso de uso del coche conectado, que requiere una cobertura más amplia para abarcar todas las carreteras y autopistas nacionales.

En este escenario de fuerte inversión van a ser necesarios acuerdos para compartir redes entre operadores, más allá de los ya existentes, y acuerdos con gestores independientes de infraestructuras como Cellnex. Estos tipos de acuerdos podrían reducir sensiblemente los niveles de inversión necesarios respecto a un escenario en el que cada operador llevara a cabo su propio despliegue.

### La tecnología 5G busca ser más respetuosa con el medio ambiente

El despliegue y el funcionamiento de las redes de comunicaciones móviles traen aparejados unos determinados niveles de consumo de energía y de emisiones de gases de efecto invernadero, resultantes de la producción y operación de las infraestructuras de las redes, que tienen su correspondiente impacto en el medio ambiente. Por otro lado, cada generación de tecnologías móviles tiene el potencial de crear nuevos tipos de casos de uso



y aplicaciones que, a su vez, impactan en los modelos de producción y consumo y, de forma derivada, en las emisiones de gases de efecto invernadero. La estimación de cómo evolucionará el impacto de la tecnología 5G en el medio ambiente es objeto de debate. Una parte de los expertos cree que la incorporación de nuevas estaciones base con sus equipos y antenas y la proliferación de small cells supondrán un aumento del consumo de energía. Otros expertos consideran que el consumo total de energía no se incrementará, ya que los nuevos equipos serán más eficientes<sup>6</sup>. A todo esto hay que añadir el efecto sobre el medio ambiente de los casos de uso.

La Universidad de Zurich<sup>7</sup> ha estudiado, para el caso de Suiza, el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero que pueden generar la producción y operación de las redes 5G en 2030, así como los casos de uso que más se beneficiarán del 5G y su potencial para la reducción de emisiones en ese año. Entre esos casos de uso se encuentran las redes eléctricas inteligentes, la agricultura de precisión, el trabajo en remoto, la conducción autónoma, la telemedicina o los edificios inteligentes.

A partir del análisis de las tecnologías, los procesos y las características de uso, el estudio concluye que, en la producción y operación de los equipos instalados en las redes 5G suizas, el 57% de las emisiones corresponden a la producción de los materiales y equipos de las infraestructuras y el 43% restante al consumo de energía que

<sup>5</sup> Accelerating the 5G transition in Europe. How to boost investments in transformative 5G solutions. 2021. Comisión Europea y Banco Europeo de Inversiones. <https://www.eib.org/en/press/all/2021-065-new-eib-report-boosting-investments-in-european-digital-ventures-to-unleash-the-full-potential-of-5g>

<sup>6</sup> Tecnologías emergentes: Riesgos y oportunidades en la década del clima. 2020. Digital Future Society. <https://digitalfuturesociety.com/es/report/risks-and-opportunities-of-emerging-tech-in-the-climate-decade/>

<sup>7</sup> Next generation mobile networks. Problem or opportunity for climate protection? 2020. University of Zurich, Empa y Swisscom. [https://plus.empa.ch/images/5G%20climate%20protection\\_University%20of%20Zurich\\_Empa.pdf](https://plus.empa.ch/images/5G%20climate%20protection_University%20of%20Zurich_Empa.pdf)

requieren dichas Infraestructuras. Otra conclusión es que, si se comparan las redes 2G-4G y las 5G en cuanto a emisiones por unidad de dato transmitido, el resultado es que la quinta generación es un 85% menos contaminante que las redes actuales.

Si se considera el tema de las emisiones en su globalidad, incluyendo el aumento del tráfico de datos estimado y la creciente puesta en marcha de casos de uso que favorecen una menor contaminación, en 2030 se pueden conseguir con el 5G importantes reducciones en el nivel de emisiones. El potencial reductor de los nuevos casos de uso es claramente mayor que las huellas de emisiones de las redes 5G y de los equipos tecnológicos necesarios para esos casos de uso.

Para que la tecnología 5G llegue a ser beneficiosa para el medio ambiente, es necesario que se tomen medidas en dos campos. El primero tiene que ver con la reducción de la huella de emisiones de los equipos tecnológicos, que son necesarios para el uso del 5G pero que no son específicos de esta tecnología. El segundo se refiere a los grandes casos de uso que, para que se desarrollen y contribuyan decisivamente a la reducción de emisiones, requieren unas condiciones regulatorias y de mercado que los faciliten.

### El impacto del 5G en la sostenibilidad y en la transición ecológica

El desarrollo de las redes y servicios 5G va a tener también un profundo y revolucionario impacto en los temas de sostenibilidad y transición ecológica. Esta tecnología aportará sin duda potentes herramientas para mejorar la sostenibilidad, vía menor consumo energético, reducción de las emisiones, mayor eficiencia en el uso de los recursos productivos, etc., así como será un habilitador clave en

la transición ecológica, en sectores como fabricación, movilidad, salud, energía, agroindustria, turismo o entretenimiento. En estos sectores, los casos de uso de la tecnología 5G generarán un importante impacto en algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 definida por la Organización de Naciones Unidas.

Para el World Economic Forum<sup>8</sup> existe una correlación entre el despliegue de las redes 5G y los ODS. Según un análisis de esta entidad a partir de 40 casos de uso de la tecnología, el 5G puede generar impacto social en 11 áreas clave que corresponden a 11 de los 17 ODS. Dicho impacto se centra sobre todo en la contribución del 5G a la salud y al bienestar (55% de los casos), la mejora de las infraestructuras y el fomento de la innovación (40%) y la promoción de la industrialización sostenible. Destaca también el papel y la contribución de las redes 5G a la descarbonización de la economía y a la lucha contra el cambio climático. Otras áreas clave de impacto social del 5G incluyen la contribución al consumo responsable, el papel de la tecnología como habilitador del desarrollo de ciudades y comunidades sostenibles, y la promoción del crecimiento económico y el trabajo digno.

Por otro lado, a nivel de los ciudadanos el impacto de la tecnología 5G en la sostenibilidad y en la transición ecológica también será perceptible, de forma indirecta, en ámbitos o entornos cotidianos de las personas como ciudades y territorios inteligentes, ambientes no urbanos, hogares y puestos de trabajo.

8 The Impact of 5G: Creating New Value across Industries and Society, 2020. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/whitepapers/the-impact-of-5g-creating-new-value-across-industries-and-society>

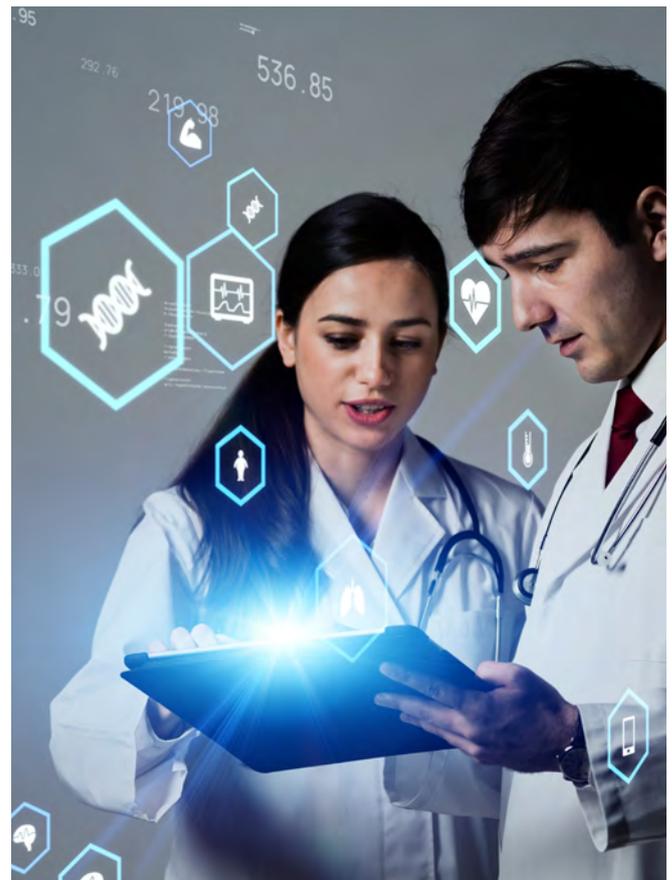


Beneficios medioambientales indirectos de la tecnología 5G			
Ciudades inteligentes	Ambientes no urbanos	Hogares inteligentes	Puestos de trabajo inteligentes
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Menor polución y reducción de las emisiones de CO2</li> <li>➔ Mejora de la gestión de recursos naturales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Menor polución y reducción de las emisiones de CO2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Reducción del volumen de residuos</li> <li>➔ Reducción del consumo de energía y de las emisiones de CO2</li> <li>➔ Más información y mejor gestión de los residuos electrónicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Ambientes más limpios</li> </ul>

Fuente: World Economic Forum 2020

En el caso de las ciudades, y según la UIT<sup>9</sup>, la adopción a gran escala de la tecnología 5G puede ayudar a ahorrar hasta el 70% en el consumo total de energía en áreas como sanidad, seguridad, tráfico o gestión de utilities (electricidad, gas, agua, etc.). Así, por ejemplo, el 5G facilita la adopción de los vehículos sin conductor, la operación continua y a distancia de cámaras en espacios públicos o la medición en tiempo real de los flujos de tráfico. Por otro lado, en una ciudad se puede mejorar la disponibilidad de agua potable, la calidad del aire o la eficiencia energética mediante sensores conectados con una red 5G a un sistema inteligente en tiempo real. Finalmente, el uso de la tecnología también genera resultados en materia de sostenibilidad y ahorros de costes en áreas como sanidad pública o conservación del medio ambiente, gracias a la reducción del volumen de residuos.

Un reto para todos los operadores de telecomunicaciones y para el resto de agentes del ecosistema 5G es conseguir una gestión sostenible y eficiente de las redes y de los servicios asociados, sin incrementar de forma significativa los costes. Ello implica la participación activa de todos los agentes y de todas las áreas y aspectos que intervienen en la cadena de valor de la tecnología.



9 Frontier technologies to protect the environment and tackle climate change. 2020. UIT. <https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/pr07-2020-frontier-technologies-are-key-tools-to-combat-climate-change.aspx>

# 5G, del debate a la sostenibilidad

por LLUIS INGLADA RENAU

DIRECTOR DEL ÁREA DE INNOVACIÓN  
Y DESARROLLO DEL TERRITORIO  
DEL INSTITUT CERDÀ

A raíz del protagonismo que las tecnologías de la conectividad han adquirido repentinamente en nuestras vidas, uno de los debates que sorprendentemente ha aflorado en los últimos meses ha sido el de los presuntos riesgos de la implementación del 5G, donde se mezclan todo tipo de argumentos vinculados tanto a la dependencia de las redes, al impacto territorial de las infraestructuras, a la vulnerabilidad de nuestra privacidad, o bien a sus presuntos efectos en la salud. Independientemente de la opinión que cada uno pueda tener, muchas de estas discusiones se mueven exclusivamente en el terreno de las percepciones y en formulaciones superficiales que empañan una realidad que ya está aquí y que parecen olvidar las evidencias que hemos vivido sobre el papel fundamental que la conectividad tiene para el desarrollo social, económico, sostenible y resiliente de los territorios y de las personas. Podemos pensar o creer que las telecomunicaciones basadas en red 5G son todavía un proyecto de futuro y que sólo existen pequeñas experiencias aisladas pero lo cierto es que esta tecnología se está mostrando viable, positiva, y necesaria, si bien hay todavía pendientes de resolver algunas incertidumbres sobre el modelo de despliegue y las aplicaciones.

Pero, mientras la discusión persiste, el mundo ya sabe qué supone disponer de 5G y, en algunos casos, de manera global. Así según diversas fuentes<sup>1</sup>, en 2020, en muchos países ya se presta servicio 5G a muchas de sus poblaciones como, por ejemplo: Corea del Sur (85 ciudades), Suiza (428 poblaciones) Finlandia (20 ciudades), Inglaterra (71 poblaciones), Alemania (50 ciudades), Italia (33 ciudades), Austria (129 municipios), o bien España, donde ya tenemos cobertura en 39 ciudades. Además, cabe destacar el caso de China, donde, además de sus 50 mil estaciones 5G que dan cobertura a 50 ciudades, ya se ha alcanzado un nuevo nivel al haber instalado la tecnología 5G más avanzada, la llamada Stand Alone, en toda la ciudad de Nanjing.

Ante estas magnitudes, podemos quedarnos permanentemente instalados en el debate entre opositores y defensores o bien podemos materializar el desarrollo de la red 5G apostando por un modelo sostenible y que maximice su funcionalidad social y económica. Recientemente, en un encuentro en Barcelona impulsado por la Fundación Privada Institut Cerdà con representantes de diferentes sectores, como es el caso del sanitario, de la enseñanza universitaria o de la cultura, se visualizaba lo que realmente significa el 5G en nuestra cotidianidad. Así, en plena pandemia el Hospital Clínico aplica robots con tecnología 5G que permiten limpiar en aquellos espacios donde puede haber un elevado riesgo para el personal sanitario y para el de limpieza. O por ejemplo, en Barcelona ya hay universidades con aulas virtuales 5G donde la experiencia del alumno es muy cercana a una clase presencial, incluso con el uso

1 <https://www.gsma.com/membership/resources/ooklas-new-5g-map-tracks-5g-rollouts-across-the-globe/>  
<https://5gobservatory.eu/>

de gafas de realidad aumentada. O en el campo de la cultura donde se llega ya a muchos más usuarios gracias a las visualizaciones digitales de teatro o música.

Igualmente, en otras diversas jornadas organizadas por el Institut Cerdà con alcaldes y alcaldesas de ciudades y pequeños pueblos para debatir sobre los impactos de la crisis en la desigualdad social y territorial, se ha puesto de manifiesto aquello que la pandemia nos ha mostrado respecto a la gran oportunidad que supone la conectividad y la digitalización. Por un lado, la infraestructura de conectividad, al contrario de las infraestructuras de comunicación tradicionales (carreteras, ferrocarriles, aeropuertos) que producían efectos de

concentración urbana, es la primera que favorece el reequilibrio y la democratización territorial, puesto que flexibiliza la toma de decisiones sobre el lugar para vivir y el lugar para trabajar, y ello ha generado efectivamente un aumento de población en zonas rurales o poco densas. Por otro lado, la conectividad y la digitalización empoderan e igualan a los territorios respecto a la calidad y accesibilidad de los servicios y en la oferta de oportunidades locales para el emprendimiento y el desarrollo de negocio en cualquier lugar.

Permitir o no que estas experiencias y tendencias se queden sólo en simples experimentos o anécdotas dependerá de la capacidad que tengamos como país para tomar las decisiones adecuadas y posibilitar el desarrollo de las infraestructuras necesarias de conectividad como el 5G; un despliegue que requiere grandes inversiones y resolución de incertidumbres técnicas. Y para ello deberíamos empezar por determinar qué modelo de gestión e implantación queremos de la red de modo que incorpore los criterios de sostenibilidad, equidad y funcionalidad, es decir, compartiendo infraestructura, integrándola en nuestro territorio, evitando la brecha digital -social y territorial-, priorizando la prestación en servicios básicos, garantizando la seguridad, etc. Este debería ser el centro del debate, como lo hacemos y cómo lo gestionamos, para no seguir viendo como en la distancia, en países como Estados Unidos ya se benefician de esta tecnología 200 millones de personas.

Hoy, la mayoría de expertos coinciden en la necesidad de promover modelos de compartición y neutralidad de la infraestructura para garantizar la eficiencia, inclusividad, escalabilidad y sostenibilidad del desarrollo del 5G. Hay que superar incertidumbres técnicas y normativas y definir modelos de gestión que clarifiquen las competencias de las administraciones locales para garantizar un despliegue del 5G en pueblos y ciudades que garantice una conectividad ubicua, evitando el desdoblamiento de redes, la multiplicación de las antenas, el impacto territorial y la ocupación desordenada del espacio público y privado.

La sociedad ya ha asumido la prioridad de afrontar la transición digital como paso imprescindible para alcanzar nuevas capacidades de gestión de datos y de conocimiento y disponer de nuevos servicios para los ciudadanos y para las actividades productivas. Todos los agentes públicos y privados coinciden en la implementación del 5G para conseguir los objetivos de mayor eficiencia, mayor competitividad, nuevas oportunidades y nuevos desarrollos, pero hay que hacerlo mediante modelos que garanticen la eficiencia, la sostenibilidad y la inclusividad social y territorial, por eso ahora es la hora de afrontar el debate y de plantear cuestiones sobre ¿cómo implementar el 5G?, ¿con qué modelos de gestión?, ¿Cuáles son los beneficios reales para las empresas, para las instituciones y para las personas?, ¿Quién debe gestionar las redes 5G? Son cuestiones que hay que empezar a resolver.

## **LA CONECTIVIDAD Y LA DIGITALIZACIÓN EMPODERAN E IGUALAN A LOS TERRITORIOS RESPECTO A LA CALIDAD Y ACCESIBILIDAD DE LOS SERVICIOS Y EN LA OFERTA DE OPORTUNIDADES LOCALES PARA EL EMPRENDIMIENTO Y EL DESARROLLO DE NEGOCIO EN CUALQUIER LUGAR**

A finales de 2019, desde el Institut Cerda presentábamos el estudio *“Estrategia y argumentación para la densificación y racionalización de las redes móviles 5G”*<sup>2</sup> que confronta los retos de la nueva tecnología con la visión de más de 30 agentes vinculados al 5G, que plantean todas aquellas dudas, expectativas o preocupaciones vinculados al encaje de esta tecnología con los territorios donde se ha de desarrollar. Según los diferentes agentes que han participado en el estudio, el desarrollo del 5G priorizará el servicio en zonas de concentración de demanda (centros urbanos, centros de ocio, turísticos y comerciales, ...). En una segunda fase (que los expertos sitúan entre 2022 y 2024) cuando se desplieguen los atributos más disruptivos del 5G (conexión masiva de dispositivos y bajísima latencia) se requerirá un importante aumento de la densidad de las infraestructuras asociadas a la red. En concreto se considera que en España se deberán desplegar entre 3 y 4 veces más antenas de las que hoy tenemos en las ciudades y el territorio (entre 50.000 y 75.000 nuevas microantenas). El modelo y el número de infraestructuras que requerirá el desarrollo vendrá determinado por la estandarización tecnológica, el desarrollo de nuevas prestaciones y casos de uso y por el modelo de gestión de la red y en este sentido, y para garantizar la eficiencia y racionalidad de su implantación en el territorio, los expertos recomiendan ir hacia redes compartidas, apostar por la colaboración entre todos los agentes y contar con los operadores especializados de red. Es crítico, también, hacer una labor de divulgación y formación a nivel social y a nivel profesional.

El estudio también incide en los criterios que se deberían tener en cuenta para garantizar un desarrollo adecuado del 5G y que se concretan en la racionalización del uso del espacio público y privado; en la implementación de modelos de gestión que fomenten la transparencia, la compartición y la neutralidad de la infraestructura garantizando la accesibilidad y la libre competencia, en la apuesta por el equilibrio territorial, basado en la equidad de acceso a los servicios en todos los territorios urbanos y rurales; en resolver los retos normativos y tecnológicos pendientes para el desarrollo del 5G; en el impulso de la I + D para potenciar casos de uso de la tecnología que se focalicen en la mejora de los servicios públicos y la generación de oportunidades para el desarrollo económico y social de los territorios, en el fomento de la aplicación del 5G en los sectores económicos locales y fomento del tejido empresarial vinculado a la nueva tecnología; en la necesaria divulgación, formación y participación de los grupos sociales; en el impulso al conocimiento sobre los efectos ambientales, sociales, territoriales de la tecnología; y finalmente, en el aseguramiento de la privacidad, la ética y la seguridad digital.

<sup>2</sup> <https://www.icerda.org/es/producto/densificacion-y-racionalizacion-de-las-redes-5g-en-el-territorio-pdf/>



Según un informe publicado en octubre de 2020 por el Observatorio Europeo del 5G, en España es donde más pruebas piloto 5G se están realizando, factor clave que allana el camino para el momento en que se puedan explotar al máximo sus capacidades. Y es que el 5G es una tecnología compleja, tanto que actualmente se está apoyando a toda la red de infraestructura creada para el 4G para dar sus primeros pasos, pero que pronto puede convertirse en la palanca que impulse una nueva revolución.

Es importante destacar que, aunque la tecnología 5G a menudo se ha asociado a los usos personales vinculados al ocio, al consumo y a los contenidos audiovisuales, esta tecnología en realidad pone el foco en los servicios públicos y privados y, especialmente, en las actividades económicas y la industria (operaciones de producción, comercialización, distribución, gestión, ...). Todo ello es gracias al hecho que el 5G lleva consigo una serie de ventajas que inciden directamente en el funcionamiento de los procesos productivos: permitirá multiplicar por 10 la velocidad y capacidad de transmisión de datos con respecto al 4G; reducirá por 10 la latencia a niveles de un milisegundo y permitirá gestionar hasta un millón de dispositivos conectados por kilómetro cuadrado.

Y esta funcionalidad socioeconómica del 5G va a ser trascendente tanto para la industria y actividades propias de los entornos metropolitanos como, también, para las actividades productivas y los servicios en los entornos rurales. En este ámbito, su objetivo no sólo es ofrecer conectividad a sus empresas y emprendedores, sino generar soluciones a través de la tecnología para que sus habitantes también puedan disfrutar de los beneficios de la digitalización y la innovación. Se trata de una condición indispensable para que también los sectores endógenos del medio rural (turismo, sector agroalimentario, industria local) sean más competitivos, de manera que pueda avanzar hacia una economía de proximidad sostenible y conectada con el entorno, que convierta al medio rural en un lugar para vivir, trabajar y emprender. En este sentido, por ejemplo, la crisis sanitaria del último año ha puesto de relieve una vez más el papel esencial del sector agroalimentario en la economía española. Esta situación y oportunidad requiere desplegar la conectividad para favorecer el desarrollo competitivo del sector y, al mismo tiempo, mejorar las condiciones de vida y el acceso a servicios públicos de la población de su entorno. Para todo ello, el gran reto son las propias infraestructuras de conectividad, que representan una parte significativa de la inversión necesaria.

El impacto y la gestión de la crisis de la Covid-19, el proceso de recuperación y el necesario desarrollo de nuevos modelos sociales y económicos más resilientes, sostenibles e inclusivos, ponen en evidencia el rol que debe tener el 5G como medio de conectividad para maximizar y optimizar las relaciones personales, la prestación de servicios y los procesos productivos. Así lo ponen de relieve los criterios para el despliegue de los fondos europeos Next Generation y su transposición al Plan de Recuperación en España: uno de los ejes vertebradores es directamente la digitalización y, además, en las 10 políticas palanca definidas aparecen de forma transversal la conectividad, la digitalización, las redes o los servicios inteligentes como medios para lograr los objetivos.

Como conclusión general, parece que la clave no está sólo -o no tanto- en los servicios ni en las oportunidades que el 5G aporta, que son numerosas y que la demanda y los negocios se encargarán de ir desarrollando, sino en la garantía de que todos los colectivos económicos, sociales y territoriales tengan el acceso, el conocimiento y las facilidades para realizar este salto en la conectividad que las tecnologías como el 5G posibilita. Para ello es necesario primero definir, concretar y consensuar el modelo de desarrollo de la red de infraestructuras que necesitamos. ●

### 3.3. 5G Y SALUD

#### Densificación de antenas en 5G

En Europa se pueden contabilizar cerca de 426.000 emplazamientos de torres de comunicaciones<sup>1</sup>, que incluyen las antenas en los tejados de las casas y otras estructuras de grandes dimensiones utilizadas para las comunicaciones móviles. Estas cifras no incluyen ni las smalls cells ni los sistemas de antenas distribuidas (Distributed Antenna Systems o DAS). Esta cifra se ha mantenido bastante estable durante los últimos años, al compensarse el número de nuevos emplazamientos con el desmantelamiento de aquellos duplicados u obsoletos. En países como Francia, Reino Unido o Alemania, los operadores móviles están incrementando su cobertura en las zonas rurales, en muchas ocasiones como resultado de sus obligaciones de cobertura derivadas de las licencias para 5G. En las zonas urbanas, las redes 5G requerirán un mayor nivel de densificación, lo que incrementará entre un 1% y un 3% anual el número de torres de comunicaciones en un plazo de cinco años.



<sup>1</sup> The economic contribution of the European tower sector. 2020. EY Parthenon y Ewia. [https://www.ey.com/es\\_es/news/2021/02/las-companias-towercos-controlan-el-24-de-las-torres-de-telecomunicaciones-en-espana-siete-puntos-mas-que-en-2018](https://www.ey.com/es_es/news/2021/02/las-companias-towercos-controlan-el-24-de-las-torres-de-telecomunicaciones-en-espana-siete-puntos-mas-que-en-2018)

Parque de torres de comunicaciones en Europa en 2020 (cifras en miles)



Fuente: EY Parthenon y Ewia

Las redes 5G utilizan una combinación de antenas inteligentes (grupos de antenas sobre mástiles y sobre torres) y small cells para su funcionamiento. Las antenas inteligentes usan sistemas MIMO (Multiple Input Multiple Output) que, gracias a sus múltiples elementos, hacen posible un mejor aprovechamiento del espectro y una mayor capacidad para enviar y recibir un mayor volumen de datos simultáneamente. Esto permite que más personas puedan conectarse simultáneamente a la red, manteniendo altas velocidades de transferencia. Además, estas antenas cuentan también con el direccionamiento del haz (beamforming), tecnología que ayuda a las antenas a direccionar las señales hacia los usuarios y hacia los dispositivos, en lugar de emitir energía electromagnética en todas direcciones. Así, solo proporcionan cobertura cuando es necesario, por lo que reducen las señales no deseadas, aumentando la capacidad y mejorando la eficiencia de la red<sup>2</sup>.

En las redes 5G, especialmente en las que operen en las frecuencias más altas (26 GHz, bandas milimétricas) y en entornos urbanos, será necesario instalar un número mayor de small cells, con cobertura más reducida, y conectadas entre sí mediante redes de fibra óptica y otros enlaces radio. Esta mayor densidad de antenas, necesaria cuando se usan las frecuencias más altas, no es específica del 5G y viene motivada por las peores características de propagación que presentan. Para reducir la densificación masiva de small cells, se usa también la técnica de beamforming, que permite que los elementos radiantes de las mismas sigan cubriendo zonas de tamaño mediano,

sin aumentar la potencia y enfocando en todo momento las señales hacia la dirección en las que se encuentra cada usuario activo. Las small cells se instalan en los sistemas de iluminación de las calles o dentro de los edificios, que es dónde tiene lugar la mayor parte de las comunicaciones móviles, y permiten optimizar la experiencia de usuario en los servicios 5G.

Muchas redes de la quinta generación van a emplear, inicialmente, bandas de frecuencias similares a las de las tecnologías 4G y del WiFi. Esto implica que muchos de los emplazamientos actuales se pueden reutilizar para el 5G.

### 5G y Salud

Los debates sobre los posibles efectos de la exposición a campos electromagnéticos o radiofrecuencias en la salud han estado presentes en el desarrollo de cada una de las generaciones de la telefonía móvil. Por ello, desde hace décadas se están estudiando de forma amplia y profunda los efectos de la exposición de las personas a este tipo de campos y las conclusiones y evidencias obtenidas son la base de las directrices internacionales en esta materia.

La llegada de la quinta generación, que implica también el uso de bandas de frecuencia milimétricas y de un creciente número de small cells, no es ajena a la preocupación por la exposición a campos electromagnéticos, por lo que se vuelven a generar debates públicos, desinformación y mitos sobre la seguridad del 5G, que no se corresponden con la realidad<sup>3</sup>.

2 5G y Salud. 2020. CCARS. <https://ccars.org.es/publicaciones/documentos-elaborados-por-el-ccars/229-informe-del-ccars-sobre-5g-y-salud>

3 5G, EMF Exposure and Safety. 2020. GSMA. <https://www.gsma.com/publicpolicy/resources/5g-emf-exposure-and-safety>



## Mitos sobre la seguridad de la tecnología 5G

**¿Es el 5G cancerígeno?**

Diferentes organismos internacionales concluyen que, hasta la fecha, no hay evidencias consistentes o creíbles de problemas de salud causados por la exposición a la energía de radiofrecuencias emitidas por los teléfonos móviles.

**¿Es necesaria más investigación sobre el 5G antes de afirmar que es seguro para los consumidores?**

Hasta la fecha, y tras los estudios realizados en las dos últimas décadas, no se ha establecido ninguna relación entre la exposición a las tecnologías inalámbricas y posibles efectos adversos para la salud. Siempre que los niveles globales de exposición permanezcan por debajo de las directrices internacionales, no se prevén consecuencias para la salud pública.

**¿Es peligroso el 5G para el medio ambiente?**

Los mismos límites a la exposición que protegen a las personas también protegen al medio ambiente. Además, uno de los objetivos de la tecnología 5G es la reducción en el consumo de energía.

**¿Existen riesgo para los niños?**

Muchos estudios científicos independientes concluyen que las directrices internacionales protegen a todas las personas, incluidos los niños. Actualmente hay pocos estudios específicos del caso de los niños y este tema sigue siendo un área de investigación activa. Las directrices internacionales en cuanto a niveles de exposición se han desarrollado a partir de supuestos conservadores para proteger a todas las personas.

**¿Existe conexión entre la COVID-19 y el 5G?**

Los virus asociados a la COVID-19 se transmiten a través de gotas o aerosoles que las personas infectadas expulsan cuando tosen, estornudan o hablan. Por tanto, no hay conexión entre virus y 5G. Los virus no pueden propagarse a través de las radiofrecuencias ni de las redes móviles.

**¿Interfiere el 5G en las predicciones meteorológicas?**

Diferentes estudios técnicos realizados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) confirman que el 5G no produce daños a los servicios existentes, entre ellos el de predicción meteorológica. La separación de las bandas de frecuencias que utiliza cada una de ellas y las limitaciones de potencia hacen que el 5G no suponga riesgos para la predicción meteorológica.

**¿Incrementará el 5G la exposición de las personas a los campos electromagnéticos?**

Cuando se añade la tecnología 5G a un emplazamiento ya existente o cuando se proporciona cobertura a una nueva zona, es posible que se produzca un pequeño y localizado incremento de los niveles de exposición. Sin embargo, los niveles globales de exposición al 5G permanecerán muy por debajo de los límites fijados por las directrices internacionales.

**¿Implica un mayor número de small cells un aumento de los niveles de exposición?**

El incremento del número de small cells asociado al despliegue del 5G tiene como objetivo aumentar la capacidad y la velocidad de transmisión de datos. Los resultados de las pruebas de 5G realizadas en las redes comerciales indican que los niveles de exposición máximos serán similares a los servicios móviles existentes y solo una fracción de las directrices internacionales sobre exposición a campos electromagnéticos.

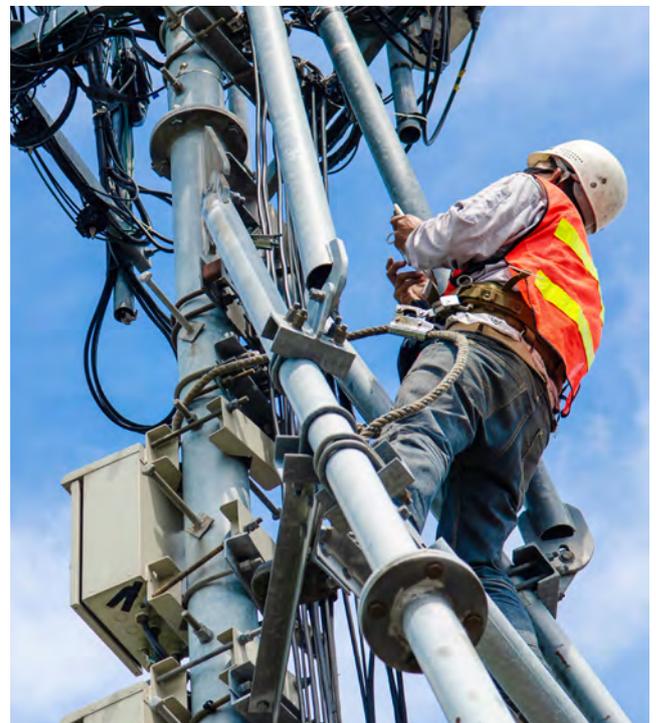
El principal efecto de la interacción de los campos electromagnéticos utilizados por la telefonía móvil, también en el caso del 5G, con la materia biológica es el calentamiento, efecto que es mínimo o despreciable a los niveles de exposición personal habituales. Las frecuencias empleadas para el 5G son parte del espectro de frecuencias empleado para las radiocomunicaciones y a investigación en términos de posible impacto en la salud de los campos electromagnéticos lleva realizándose en el ámbito científico desde hace décadas.

Hasta el momento, el análisis de toda la evidencia científica existente permite concluir que la exposición a los campos electromagnéticos, respetando los límites de exposición establecidos por el ICNIRP<sup>4</sup> (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, comisión internacional que incluye entre sus actividades la fijación de los límites de exposición para campos electromagnéticos utilizados por dispositivos como teléfonos móviles), no conlleva riesgos para la salud conocidos<sup>5</sup>. Por ello, en función de esas evidencias, no existen riesgos para la salud de las personas. Con la extensión del uso del 5G, es previsible que los niveles de exposición no cambien significativamente y, en cualquier caso, nunca superarán los límites máximos permitidos que garantizan la salud pública en cuanto a la exposición a los campos electromagnéticos.

En materia de información sobre la relación entre telefonía móvil (incluido el 5G) y salud, existen algunas fuentes con interesante valor añadido. Una de ellas es el portal EMF<sup>6</sup>. Se trata de una base de datos de investigación científica sobre los efectos de los campos electromagnéticos, incluidos estudios sobre sus efectos en la salud, cuya gestión corresponde a la Universidad RWTH de Aachen (Alemania). La Organización Mundial de la Salud valora positivamente el portal y por ello ha incluido un enlace en su sitio web. El portal EMF contiene más de 25.000 artículos científicos publicados sobre los efectos biológicos y en la salud de la exposición a los campos electromagnéticos y 2.500 estudios sobre comunicaciones móviles, parte de ellos centrados en las bandas de frecuencias del 5G.

Otra fuente destacada es el Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS)<sup>7</sup>, creado en julio de 2005 como una institución independiente española, formada por reconocidos expertos en medicina, física,

química, biología y otras disciplinas relacionadas. Su misión es aportar elementos de juicio, información y asesoramiento de carácter científico y técnico a las Administraciones Públicas y al conjunto de la sociedad en los debates que pudieran generarse sobre cuestiones relativas a las radiofrecuencias y la salud. Se trata de un Comité pluridisciplinar en el que están representadas las especialidades que contribuyen a formar consenso científico sobre la naturaleza de las radiofrecuencias y sus efectos biológicos, así como los especialistas en aquellos campos de la biología y la medicina que se han relacionado con los posibles efectos de las radiofrecuencias. El CCARS realiza un seguimiento de los resultados de los estudios que se van publicando sobre los niveles reales de exposición de la población a las radiofrecuencias<sup>8</sup>, incluidas aquellas utilizadas por la tecnología 5G y los dispositivos asociados. Además, asume la responsabilidad de informar y comunicar a la sociedad española y a las partes interesadas la información más relevante sobre sus efectos en la salud.



4 <https://www.icnirp.org/>

5 5G y Salud. 2020. CCARS. <https://ccars.org.es/publicaciones/documentos-elaborados-por-el-ccars/229-informe-del-ccars-sobre-5g-y-salud>

6 <https://www.emf-portal.org/en>

7 <https://ccars.org.es/>

8 Informe sobre Radiofrecuencias y Salud 2016-2019. 2020. Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud - CCARS. <https://ccars.org.es/noticias-home/noticias-del-ccars/266-el-ccars-presenta-su-informe-sobre-radiofrecuencias-y-salud-2016-2019>

# La tecnología 5G y efectos sobre la salud

por FRANCISCO VARGAS MARCOS

MÉDICO-EPIDEMIÓLOGO. DIRECTOR CIENTÍFICO DEL CCARS

## 1. ¿Qué es el 5G?

La tecnología 5G es la última generación en redes inalámbricas y pretende ser el componente tecnológico esencial en la transformación digital de la sociedad y de la economía en los países más avanzados durante la próxima década. Para su utilización 5G necesita un espectro en tres bandas de frecuencia, las cuales se han acordado en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Estas bandas de frecuencia se encuentran definidas en el Plan Nacional 5G del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (1).

5G es una nueva generación de telecomunicaciones que aumentará la capacidad y la velocidad de transmisión de información. Las radiofrecuencias (RF) que se utilizarán son las de 700 MHz (a partir de 2020), 1500 MHz, 3500 MHz, 3,4-3,8 GHz (ambas en uso actualmente) y 26 GHz (Ondas Milimétricas, *mmWave* o MMW, en sus siglas en inglés) en fase piloto para valorar futuras aplicaciones.

El Observatorio Europeo 5G (2) aporta una información técnica actualizada sobre la situación de la aplicación del Plan Europeo 5G. Su objetivo es monitorear la evolución del despliegue incluidas las pruebas y otras acciones tomadas por las partes interesadas de la industria y los Estados miembros, seguir el progreso del Plan de Acción 5G de Europa y las acciones que se están tomando para implementarlo en su totalidad.

El despliegue de las nuevas redes 5G ha despertado un creciente interés en algunos sectores sociales por sus potenciales y supuestos impactos sobre la salud. Para responder a estas preocupaciones el Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS), publicó (3) un documento técnico sobre las principales características de esta tecnología y sus efectos sobre la salud, basado en las escasas publicaciones disponibles y dedicó un capítulo específico sobre 5G en su último informe de revisión de evidencias (4).

## 2. Tecnología 5G y efectos sobre la salud

Para valorar los efectos sobre la salud hay que revisar las evidencias científicas publicadas en las bases de datos más fiables y exhaustivas (PUB MED, EMF portal, etc.).

El portal EMF (5) es una base de datos de investigación científica especializada sobre los efectos de los campos electromagnéticos (CEM), según la última consulta realizada (marzo 2020) se han publicado 228 estudios en los que los autores declaran investigar la

exposición a 5G. Muy pocos de los estudios reseñados aportan una información actualizada sobre efectos en salud ya que el despliegue de esta tecnología es muy escaso y está en sus fases iniciales de implantación. Sin embargo, las RF que se usarán en las primeras fases de implantación de 5G son bien conocidas, utilizadas e investigadas desde hace décadas 3G (900 y 2100 MHz) y 4G (800 MHz, 1800 MHz y 2600 MHz).

Hasta la fecha, en función toda la evidencia científica existente, no hay evidencia de riesgo derivado de la exposición a RF a los límites de exposición establecidos por el ICNIRP. No hay motivos para pensar que los efectos de las RF 5G sean diferentes a los ya identificados.

**HASTA LA FECHA, EN FUNCIÓN DE TODA LA EVIDENCIA CIENTÍFICA EXISTENTE, NO HAY EVIDENCIA DE RIESGO DERIVADO DE LA EXPOSICIÓN A RF A LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN ESTABLECIDOS POR EL ICNIRP**

El principal efecto de la interacción de las RF utilizadas por la telefonía móvil actual (3G y 4G), también la futura 5G, en el cuerpo humano es el calentamiento de los tejidos, un efecto térmico que es mínimo o despreciable a los niveles de exposición personal habituales. No se han identificado mecanismos biofísicos de los "efectos no térmicos" (6)

Actualmente hay pocos estudios sobre 5G pero los mecanismos biofísicos de las frecuencias situadas entre 700 MHz y 5G Hz son bien conocidos. Las frecuencias superiores a 10 GHz tienen una menor penetración y absorción en el tejido humano (7), su propagación en el cuerpo humano se limita a las capas superficiales de la piel, con una baja capacidad de penetración, inferior 0,5 mm, ello implica una capacidad reducida de calentamiento (efecto térmico). Por encima de los 10 GHz la exposición no se cuantifica por la Tasa de Adsorción Específica (SAR, en sus siglas en inglés) en W/Kg, sino por la densidad de potencia (W/m<sup>2</sup>).

Las revisiones sistemáticas de las evidencias realizadas por numerosas agencias, comités, centros de investigación y autoridades competentes en la evaluación de riesgos para la salud de las personas expuestas a CEM de RF coinciden en afirmar que "ningún estudio permite concluir que la exposición a CEM de RF emitidas por estaciones base tengan algún peligro para la salud". No puede situarse en igual plano las "opiniones o las declaraciones" de algunas personas con las directrices de Agencias científicas como la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006, 2011, 2020), la Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP, 2009, 2020), la Agencia de Protección de la Salud del Reino Unido (HPA, 2010 y 2012), la Agencia francesa de seguridad sanitaria del medio ambiente y el trabajo (AFSSET, 2009, 2013 y ANSES 2016 y 2018), el Consejo de Salud de Holanda, 2009, 2013, 2018), Suecia (SSM:s 2014:16, Scientific Council on Electromagnetic Fields y 2018) Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS, 2013, 2017 y 2020), el Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR, 2007, 2009 y 2015) de la Unión Europea, el Instituto Noruego de Salud Pública (2012), Autoridades Nórdicas (Nordic radiation safety authorities, 2013) y Canada (Santé Canada 2014), ARPANSA (Radiofrequency Expert Panel on Review of Radiofrequency Health Effects Research, 2014), que han publicado revisiones pormenorizadas de las evidencias científicas sobre las RF. Todos estos organismos coinciden en afirmar que no se han observado efectos sobre la salud derivados de la exposición a las radiofrecuencias en las bandas de frecuencias 3G y 4G y a los niveles actuales de exposición.

Varias agencias han publicado su posición sobre el 5G señalando que no hay evidencias de riesgo de las radiofrecuencias 5G (8, 9, 10, 11, 12) y no han adoptado medidas restrictivas en las frecuencias de 26 GHz.

La OMS (13) ha establecido que hasta la fecha actual y después de la numerosa investigación realizada, no se han observado efectos adversos para la salud relacionados con la exposición a las tecnologías inalámbricas. Las conclusiones sobre los efectos en la salud se han obtenido de los estudios de todo el espectro de RF, hasta el momento, se han realizado muy pocos estudios sobre 5G ya que su implantación es incipiente. La OMS está realizando una evaluación del riesgo de los CEM que será publicada en 2022.

Para poder establecer algún riesgo sobre la salud hay que saber el nivel de exposición y esto no es posible porque la red 5G está en fase de introducción. El Consejo de Salud de Holanda en una reciente revisión sobre 5G y salud (14) ha formulado 4 recomendaciones.

- Puesto que ya se sabe que las frecuencias más bajas de 5G no producen efectos adversos para la salud no hay motivo para paralizar o restringir el uso de estas frecuencias. Al mismo tiempo recomienda vigilar los niveles de exposición durante y después del despliegue de la red 5G para poder estimar sus efectos a largo plazo.
- Realizar más investigaciones epidemiológicas sobre la relación de 5G con la incidencia de tumores y otros efectos sobre la salud, estudios experimentales en las bandas de 26 GHz y estudios sobre la exposición humana a las redes 3G, 4G y 5G.
- No usar las frecuencias de 26 GHz hasta que se investiguen sus potenciales efectos sobre la salud.
- Aplicar las directrices de ICNIRP en Holanda con un enfoque de precaución y mantener la exposición tan reducida como sea posible.

La exposición a 5G será más variable que en la actualidad, dependerá de la distancia entre la antena y el terminal, de la focalización del haz de la antena orientable, del número de haces controlados por la antena y del tiempo de exposición (utilización del terminal).



### 3. Niveles de exposición 5G

Según la ANFR (7) los elementos clave de la exposición a 5G son los siguientes: Las antenas orientan su haz de emisión hacia el usuario, las bandas de frecuencia son más amplias, los haces de emisión más estrechos, con un modo de transmisión alterna (Time División Duplexity, TDD, en sus siglas en inglés). Como consecuencia el nivel de exposición será menor fuera del haz de emisión, mayor dentro del haz y la duración de la emisión será menor por la mayor velocidad de descarga.

Un estudio en NZ (12) ha medido los niveles de exposición en 8 emplazamientos (3G, 4G y 5G) y 32 puntos de medición, todos los niveles obtenidos en las tres bandas de frecuencias se situaron entre un 6,1% y un 4% del límite vigente (ICNIRP). La exposición a 5G osciló entre un 0,64% y un 0,4% del límite legal.

**5G SE BASA EN EL PRINCIPIO DE MAXIMIZAR CAPACIDAD MINIMIZANDO ENERGÍA CONSUMIDA POR CONEXIÓN. LA EFICIENCIA DE 5G SE TRADUCE EN QUE, SIN AUMENTAR LA EXPOSICIÓN RESPECTO A LA DE ESTÁNDARES ANTERIORES, TIENE MÁS CAPACIDAD DE CONECTAR DISPOSITIVOS DE TODO TIPO**

5G se basa en el principio de maximizar capacidad minimizando energía consumida por conexión. La eficiencia de 5G se traduce en que, sin aumentar la exposición respecto a la de estándares anteriores, tiene más capacidad de conectar dispositivos de todo tipo. Lógicamente, la exposición a estos campos electromagnéticos de 5G dependerá del número de dispositivos y lo eficientes que sean para transmitir información usando la menor energía posible.

No es posible en este momento saber si la exposición individual o colectiva aumentará ya que dependerá del proceso de despliegue de 5G y el cese de actividad de 3G. El uso de las tecnologías 3G y 4G supuso una reducción significativa del pico de potencia media de emisión de los teléfonos móviles, estas tecnologías emiten entre 100-200 veces menos energía que la tecnología GSM y, al mismo tiempo, modificaron los hábitos de uso de las telecomunicaciones hacia los mensajes escritos, redes sociales, música, juegos, etc. Se desconoce el impacto de 5G en los hábitos de los usuarios

a partir de las nuevas aplicaciones y posibilidades que va a generar esta nueva tecnología. Para valorar si 5G tiene algún efecto sobre la salud deberíamos saber el nivel de exposición de la población. Sin embargo, la medición objetiva y exhaustiva de la exposición real a los nuevos sistemas 5G no será posible hasta que no se realice un despliegue generalizado de esta nueva tecnología.

En cualquier caso, 5G también estará sometido a los límites considerados seguros por el RD1066/2001 y a sus mecanismos de control para evaluar su cumplimiento, por tanto no es previsible que se produzcan situaciones de riesgo. El despliegue y autorización de 5G deberá cumplir la legislación vigente y sus niveles de exposición serán controlados como se hace actualmente con la tecnología 3G y 4G. Los niveles de referencia actuales para público en general que se emplearán en la tecnología 5G son los establecidos en el RD 1066/2001.

- 700 MHz: 3.5 W/m<sup>2</sup>
- 3.5 GHz: 10 W/m<sup>2</sup>
- 26 GHz: 10 W/m<sup>2</sup> (1000 μW)

Los niveles de exposición de la población española y europea, son muy inferiores a los límites considerados como seguros por la legislación vigente y las recomendaciones de la UE y la OMS.

En España según el informe anual (2018) sobre la exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas de estaciones de radiocomunicación (Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información) el valor promedio fue de  $0,66 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Todos los niveles medidos se encuentran muy por debajo de los límites de exposición establecidos ( $10 \text{ W}/\text{m}^2$ ) en el RD1066/2001. No es previsible que las nuevas tecnologías aumenten los niveles de emisión.

Una revisión sistemática (15) analizó la exposición del público a las radiofrecuencias en Europa. La exposición media en escuelas, hogares y oficina osciló entre  $0,04$ - $0,76 \text{ V}/\text{m}$ , mientras que la exposición el ambiente exterior se estableció entre  $0,07$  y  $1,27 \text{ V}/\text{m}$ . La principal fuente de exposición fueron las antenas de telefonía móvil y fue mayor en ambientes urbanos. En el interior de las casas la media de exposición fue inferior a  $0,3 \text{ V}/\text{m}$  y en los medios de transporte igual o superior a  $0,5 \text{ V}/\text{m}$ . No se observó un aumento de la exposición en el periodo 2012-2016.

La Agencia Nacional de Frecuencias (ANFR, en sus siglas en francés) de Francia ha realizado varios estudios sobre evaluación de la exposición del público a las ondas electromagnéticas 5G. En uno de ellos (16) se estimaron unos niveles de exposición en la banda de 3400-3800 GHz, se midieron 43 emplazamientos de diferentes poblaciones francesas con equipos de varios fabricantes. El nivel medio de exposición fue de  $0,06 \text{ V}/\text{m}$  con un nivel máximo de  $0,36 \text{ V}/\text{m}$ , muy inferior al nivel recomendado ( $61 \text{ V}/\text{m}$ ). Medidas adicionales se realizaron en un número limitado de puntos de medición con diferentes configuraciones de prueba, en particular con un tráfico continuo de datos en un haz bloqueado en una dirección determinada y descargando 1GB. Las medidas obtenidas en estas condiciones oscilaron entre  $1,6 \text{ V}/\text{m}$  y  $0,8 \text{ V}/\text{m}$ .

**LA REALIDAD OBJETIVA ES QUE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN NUESTRO PAÍS Y EN EUROPA CONFIRMAN QUE LOS NIVELES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL A RF DE LA POBLACIÓN SON CIENTOS O MILES DE VECES INFERIORES A LOS CONSIDERADOS COMO SEGUROS POR LAS AGENCIAS COMPETENTES EN EVALUAR LOS RIESGOS (OMS, UE O ICNIRP)**

La realidad objetiva es que los estudios realizados en nuestro país y en Europa confirman que los niveles de exposición ambiental a RF de la población son cientos o miles de veces inferiores a los considerados como seguros por las agencias competentes en evaluar los riesgos (OMS, UE o ICNIRP).

La ICNIRP, reconocida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), evalúa los resultados de estudios científicos realizados en todo el mundo, y en base a ellos establece límites de exposición seguros, los cuales se revisan periódicamente y, en caso necesario, se actualizan. Hasta el momento ni la OMS, UE, ICNIRP o la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones de los EEUU) han considerado, después de revisar las nuevas evidencias publicadas desde 1998, modificar por motivos sanitarios los actuales límites de exposición.

#### 4. Controversias y bulos sobre los riesgos de los CEM de RF.

El rápido desarrollo de tecnologías de telecomunicación es evidente que puede generar un legítimo debate, en la comunidad científica y en algunos grupos sociales, sobre los efectos en la salud derivados de la exposición a los CEM.

Durante los últimos años se han realizado multitud de estudios, tanto experimentales como clínicos y epidemiológicos de una elevada calidad metodológica, para valorar los efectos para la salud de las RF de la telefonía móvil. Hasta la fecha no se ha confirmado que el uso del teléfono móvil tenga efectos perjudiciales para la salud. La principal conclusión de las evaluaciones de la OMS es que las exposiciones a niveles de CEM inferiores a los límites recomendados en las directrices internacionales de la ICNIRP no producen ninguna consecuencia conocida sobre la salud. Estas conclusiones no son aceptadas por algunos sectores de la población. ¿Qué fuentes de información son fiables?, ¿a quién creemos?, ¿solo a quién confirma nuestros marcos mentales y creencias?

En el ámbito de los campos electromagnéticos el SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) es el órgano científico independiente que asesora a la Comisión Europea, elabora sus opiniones sobre los nuevos riesgos emergentes y una amplia variedad de asuntos, complejos y multidisciplinarios que requieren una evaluación exhaustiva ya que afectan a la salud pública, la seguridad del consumidor y el medio ambiente. En 2015, a instancias del Parlamento Europeo debido a la demanda social al respecto, publicó un informe (17) en el cual se analizan los efectos en la salud de la exposición a campos electromagnéticos. Este informe concluye que los resultados de los estudios científicos hasta la fecha demuestran que, a niveles de exposición por debajo de lo establecido por la normativa en vigor, no existen efectos sanitarios adversos evidentes.



En España, el CCARS, ha publicado (4) el *Informe sobre Radiofrecuencias y Salud (2020)* en el cual se recogen, actualizan y analizan las evidencias científicas sobre la materia en el periodo comprendido entre enero de 2016 y junio de 2019. En relación con el cáncer los resultados de los estudios epidemiológicos en el periodo estudiado confirman que no se observa un aumento en el riesgo de tumores cerebrales en usuarios de teléfonos móviles, conclusión que coincide con la de otras revisiones sistemáticas y evaluaciones de riesgo realizadas por Agencias y Comités competentes en la evaluación de los efectos de los CEM sobre la salud.

**SI APLICAMOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS Y REVISIONES SISTEMÁTICAS CITADOS PUEDE AFIRMARSE QUE LA EVIDENCIA ACTUAL DE LOS RESULTADOS CLÍNICOS Y EPIDEMIOLÓGICOS NO PERMITE ESTABLECER LA EXISTENCIA DE UNA RELACIÓN CAUSAL SÓLIDA ENTRE EXPOSICIÓN A LAS RF DE LA TELEFONÍA MÓVIL Y EFECTOS ADVERSOS SOBRE LA SALUD**

Si aplicamos criterios de evaluación de la calidad de los estudios y revisiones sistemáticas citados puede afirmarse que la evidencia actual de los resultados clínicos y epidemiológicos no permite establecer la existencia de una relación causal sólida entre exposición a las RF de la telefonía móvil y efectos adversos sobre la salud. La aplicación del Real Decreto 1066/2001 garantiza la salud de los ciudadanos frente a la exposición de las radiaciones radioeléctricas, actualmente, a la luz del conocimiento científico, no hay motivos sanitarios que justifiquen, a día de hoy, un cambio de los límites de exposición establecidos en el anexo II del Real Decreto 1066/2001. Sin embargo, si es necesaria su actualización para adaptar algunos aspectos sobre la dosimetría y las nuevas directrices de ICNIRP (18).

En relación con la hipersensibilidad electromagnética, los estudios publicados (19) no aportan evidencia convincente de una relación causal entre exposición a campos de radiofrecuencias y síntomas reportados por las personas que se declaran como hipersensibles a los mismos. Actualmente no existe base científica alguna para vincular la exposición a campos electromagnéticos y tales síntomas.

A pesar de esta abrumadora cantidad de evidencias algunos sectores exigen una moratoria de la instalación de 5G, como se reclamó cuando se anunció la tecnología 2G, la 3G y la 4G. Justifican esta petición augurando un incremento de enfermedades y tumores. Ninguna de estas predicciones se ha cumplido si observamos la evolución de las tasas de enfermedades y tumores atribuidos a la exposición a RF usando los Registros de Cáncer y las fuentes de información oficiales sobre morbilidad.

A pesar de la unanimidad de la bibliografía científica que refleja el estado de la ciencia siempre hay, en este tema como en cualquier otro, organizaciones, personas, llamamientos, etc. que difunden por las redes sociales o internet opiniones o trabajos que encuentran algún efecto biológico o alarman sobre posibles futuras consecuencias para la salud de las nuevas tecnologías. No aceptan las evidencias científicas porque no confirman sus creencias, no asumen la disonancia cognitiva que contradice sus ideas preconcebidas y abrazan las versiones "alternativas", conspiranoicas, no basadas en la ciencia. Un ejemplo similar es el rechazo a las vacunas por parte de algunos colectivos o la atribución al 5G de la pandemia de COVID-19.

Según la Unión Europea (20) en contestación a una carta enviada por Nyberg y Hardell, como portavoces del movimiento anti 5G ("5G Appel"), la exposición a CEM no representa un riesgo para la salud, según han establecido las revisiones de las evidencias científicas publicadas por el SCENIHR y la ICNIRP. Los límites de exposición recomendados por la UE se aplican a

todas las frecuencias incluidas las de 5G. Cuando se aprobaron las tecnologías 3G y 4G hubo algunas quejas y predicciones de un aumento generalizado de la exposición de la población a los CEM. Los resultados de los estudios realizados en numerosos países, han demostrado que no se ha producido ningún aumento desde la implantación de estas tecnologías. Tampoco es previsible un aumento de la exposición general por la implantación del 5G. La Comisión Europea considera que apelar al principio de precaución para impedir el despliegue del 5G es una medida demasiado drástica.

El despliegue de las redes 5G puede aumentar la preocupación de algunos sectores de la población sobre los efectos de la exposición a las RF. Los responsables políticos necesitan disponer de sólidas evidencias científicas para dar una respuesta clara y transparente a la población sobre los efectos de la exposición a 5G, en este sentido deberíamos adoptar prácticas buena gobernanza, rendición de cuentas y transparencia, como se hace en algún otro país, sobre el impacto de 5G (21).

Ya se han publicado algunos estudios con estimaciones o modelizaciones y con mediciones en instalaciones reales (ANFR 2020) pero hasta que la red 5G esté ampliamente distribuida no es posible saber el nivel objetivo de exposición. Debido a la falta de información sobre la exposición de 5G, justificada por su incipiente despliegue, y por la facilidad con la que se difunden los bulos y las noticias falsas, es muy importante transmitir y comunicar una información objetiva, basada en las mejores evidencias científicas, independiente y transparente basada en el respeto mutuo a la discrepancia.

En este sentido es recomendable que las autoridades competentes creen y pongan en marcha lo antes posible la Comisión Interministerial sobre Radiofrecuencias y salud, prevista en la Disposición adicional décima de la Ley General de Telecomunicaciones de 2014. ●

## Referencias

1. Plan Nacional 5G 2018-2020.  
<https://avancedigital.mineco.gob.es/5G/Paginas/medidas-5G.aspx>  
[https://avancedigital.mineco.gob.es/5G/Documents/plan\\_nacional\\_5g.pdf](https://avancedigital.mineco.gob.es/5G/Documents/plan_nacional_5g.pdf)
2. 5G Observatory EU  
<http://5gobservatory.eu/about/>
3. 5G y salud. Comité Científico Asesor de Radiofrecuencias y Salud. Creado: 13 Febrero 2020. Disponible en :  
<https://ccars.org.es/publicaciones/documentos-elaborados-por-el-ccars/229-informe-del-ccars-sobre-5g-y-salud>
4. Informe sobre Radiofrecuencias y salud. CCARS 2020  
[https://ccars.org.es/attachments/article/264/Informe%20sobre%20Radiofrecuencias%20y%20Salud%202016%20-%202019%20\(CCARS\).PDF](https://ccars.org.es/attachments/article/264/Informe%20sobre%20Radiofrecuencias%20y%20Salud%202016%20-%202019%20(CCARS).PDF)
5. Universidad RWTH de Aachen. Disponible en:  
[www.emf-portal.org](http://www.emf-portal.org)
6. Simkó, M Mattsson, M-O. 5G Wireless Communication and Health Effects—A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz  
*Int J Environ Res Public Health*. 2019 Sep; 16(18): 3406. doi: 0.3390/ijerph16183406
7. ANFR. Evaluation de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques 5G Volet 1: présentation générale de la 5G Juillet 2019.  
<https://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/espace/CND/Rapport-ANFR-presentation-generale-5G.pdf>
8. HPA. 5G technologies: radio waves and health. 2019.  
<https://www.gov.uk/government/publications/5g-technologies-radio-waves-and-health/5g-technologies-radio-waves-and-health>
9. ARPANSA. 5G: the new generation of the mobile phone network and health.  
<https://www.arpansa.gov.au/news/5g-new-generation-mobile-phone-network-and-health>
10. Radiofrequency energy and safety. Government of Canada  
<https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11467.html>

11. Cellsites and 5G. 5G and Health. Ministry of Health New Zealand 2021. <https://www.health.govt.nz/your-health/healthy-living/environmental-health/radiation-environment/cellsites-and-5g>
12. Ministry of Health. 2020. Exposures to radiofrequency fields near 5G cellsites. URL: <https://www.health.govt.nz/publication/exposures-radiofrequency-fields-near-5g-cellsites> (accessed 20 January 2021).
13. WHO. Radiation 5G mobile networks and health, 27 february 2020. <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/radiation-5g-mobile-networks-and-health>
14. Health Council of the Netherlands. 5G and health. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2020; publication no. 2020/16. <https://www.healthcouncil.nl/documents/advisory-reports/2020/09/02/5g-and-health>
15. Jalilian H, Eeftens M, Ziaei M, Röösli M (2019): Public exposure to radiofrequency electromagnetic fields in everyday microenvironments: An updated systematic review for Europe. *Environ Res.* 2019.
16. Assessment of the exposure of the general public to 5G electromagnetic waves Part 2: first measurement results on 5G pilots in the 3,400-3,800 MHz band April 2020. <https://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/5G/20200410-ANFR-rapport-mesures-pilotes-5G-EN.pdf> May 31;176:108517. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31202043>
17. SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF), 2015 [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific\\_committees/emerging/docs/scenihr\\_o\\_041.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf)
18. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). *Health Phys* 118(5):483-524; 2020. (Pre-print published in March 2020 under *Health Phys* 118(00):000-000; 2020).
19. Hypersensibilité électromagnétique ou intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques). Disponible en: <https://www.anses.fr/fr/content/hypersensibilite-aux-ondes-9-tiques-amplifier-l-effort-de-recherche-et-adapter-la>
20. Ryan (EC Public Health) 2017. (Dirección General de Salud Pública y Seguridad Alimentaria y Jefe de Gabinete de la Comisión). Letter regarding 5G Appeal.pdf [https://www.epa.ie/media/Ryan%20\(EC%20Public%20Health\)%202017%20-%20Letter%20regarding%205G%20Appeal.pdf](https://www.epa.ie/media/Ryan%20(EC%20Public%20Health)%202017%20-%20Letter%20regarding%205G%20Appeal.pdf)
21. TECHNOLOGYASSESSMENT 5G Wireless Capabilities and Challenges for an Evolving Network. United States Government Accountability Office Report to Congressional Requester GAO-21-265P. GAO-21-265P, 5G Wireless: Capabilities and Challenges for an Evolving Network

### 3.4. LOS BULOS SOBRE EL 5G Y LA PANDEMIA COVID-19

La tecnología 5G ha sido durante la pandemia un protagonista involuntario de un buen número de bulos y teorías conspirativas que la relacionaban con el origen y la expansión del coronavirus y cuya propagación por redes sociales obtuvo una importante visibilidad. Se trataba de mentiras sin ningún fundamento científico, pensadas para crear alarma injustificada en la población y desconfianza hacia la nueva tecnología.

El origen del bulo que vincula 5G y la COVID-19 parece encontrarse en la charla que un supuesto doctor llamado Thomas Cowan dio en un foro antivacunas en Tucson (EEUU) en marzo de 2020, y en el que vinculaba cada pandemia de los últimos 150 años "con un salto cuántico en la electrificación de la Tierra".

Aunque las tecnologías de movilidad han sido siempre objeto de las desinformaciones que las vinculaban a radiaciones nocivas para la salud, ha sido durante la pandemia cuando los bulos sobre el 5G han proliferado hasta el punto en que se han producido ataques contra estaciones de telefonía 5G, como los del Reino Unido a principios de abril de 2020, y que luego se extendieron a otros países europeos, Australia, Nueva Zelanda o Estados Unidos.

En el primer semestre de 2020, la asociación industrial GSMA registró 222 ataques a infraestructuras de telecomunicaciones en 19 países de todo el mundo. Solo en Europa, 11 países sufrieron 182 incendios provocados, con casi el 50 por ciento en el Reino Unido.

En mayo pasado, distintas organizaciones, como la asociación europea de operadores ETNO, la asociación mundial GSMA y la Federación Sindical Europea UNI Europa instaron a los gobiernos europeos a adoptar medidas para minimizar la propagación de la desinformación que fomenta estos ataques contra los trabajadores o las infraestructuras de telecomunicaciones. El grupo también pidió una campaña de concientización sobre los riesgos relacionados con la salud humana, ofreciendo información confiable basada en investigaciones científicas.

Tanto las distintas plataformas de verificación como las principales agencias de salud y numerosos estudios científicos y médicos han desmentido con rotundidad la falsedad de estas teorías conspirativas.

En el siguiente artículo se da cuenta de forma pormenorizada de todos los bulos generados en torno al 5G durante el último año.



# Maldita radiofrecuencia: desinformación sobre el 5G

por LAURA CHAPARRO

COORDINADORA EDITORIAL DE MALDITA.ES

## 1. Introducción

Como ocurre con todas las nuevas tecnologías, el 5G ha sido objeto de bulos y desinformaciones desde sus orígenes. Estos contenidos falsos se han visto multiplicados por la pandemia, viralizados en múltiples formatos, redes sociales y otros canales. Es la [infodemia](#) asociada a la crisis sanitaria que sigue vigente hoy.



Bandadas de pájaros muertos misteriosamente, supuestos daños en el organismo, recomendaciones falsas de organismos, absorción de oxígeno sin fundamento y su supuesta relación con la aparición del SARS-CoV-2 o con el empeoramiento de la COVID-19 son algunos de los temas que más se repiten entre los bulos que nos han llegado a la redacción relacionados con el 5G.

Las supuestas repercusiones de esta tecnología en la salud, aunque no existan evidencias científicas que lo respalden y las autoridades recuerden que no hay motivos para la alarma, llegan a la ciudadanía a través de diferentes contenidos falsos, provocándoles recelo, rechazo y preocupación. Por este tipo de implicaciones, la

labor de los *fact checkers* como [Maldita.es](#) se convierte en indispensable y en un deber de cara a la sociedad: aclarar con hechos lo que las corrientes conspiracionistas quieren llenar de dudas e incertidumbre.

A continuación detallamos los contenidos falsos que nos han llegado a la redacción relacionados con el 5G, ordenados cronológicamente según su fecha de publicación en [Maldita.es](#).

## 2. Desinformaciones sobre el 5G antes de la pandemia o durante la pandemia pero que no relacionan esta tecnología con la COVID-19

### → LA PUBLICACIÓN DEL AYUNTAMIENTO DE BARCELONA TITULADA “EL 5G NO ES INOCUO” ELIMINADA POSTERIORMENTE

El 15 de enero de 2020, en la web de la Fàbrica del Sol, un espacio de educación ambiental promovido por el Área de Ecología, Urbanismo y Movilidad del Ayuntamiento de Barcelona, aparecía un contenido titulado “El 5G no es inocuo”. Según figuraba al final del texto, en su elaboración había colaborado M. Carmen Ruíz Martín, médico de familia del CAP Indianes, experta en medicina ambiental y coordinadora del grupo de patología ambiental de la [CAMFiC](#).



A los pocos días, la URL dejó de mostrar ese contenido pero se puede ver en [Internet Archive](#). "Ciudades como Bruselas o Florencia han aplicado [el principio de precaución](#) al no estar seguras de la inocuidad del 5G para la salud y el medio ambiente y por lo tanto han dicho no al 5G", indicaba el texto, seguido de una serie de afirmaciones alarmantes que, como decimos, fueron eliminadas.

Como publicamos en [Maldita Ciencia](#) el 17 de enero de 2020, este tipo de alarmas carecen de fundamento. A día de hoy no hay evidencias ni se han encontrado pruebas de que este tipo de ondas pudiesen repercutir en nuestro organismo.

La radiación debe estar siempre por debajo de los [límites internacionales de seguridad](#) establecidos por la Comisión Internacional de Protección de Radiación no Ionizante (ICNIRP, por sus siglas en inglés). Por otra parte, el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, por sus siglas en inglés) **ha actualizado** su regulación con la llegada del 5G y no ha cambiado con respecto a la del 3G y 4G.

### →¿SUIZA HA PROHIBIDO EL 5G? LA OFICINA FEDERAL DE MEDIO AMBIENTE NIEGA HABER RECOMENDADO A LOS CANTONES DETENER EL PERMISO PARA ESTAS ESTACIONES

El 19 de febrero de 2020, en [Maldita.es](#) publicábamos un artículo explicando [qué había de cierto](#) en que Suiza hubiera prohibido la tecnología 5G. Se compartieron diferentes contenidos donde se afirmaba que el país había paralizado la implementación de esta tecnología por sus efectos en la salud. Los textos remitían a [una publicación](#) del *Financial Times* titulada "Suiza detiene el despliegue del 5G por problemas de salud".



La Oficina Federal de Medio Ambiente de la Confederación Suiza (FOEN, por sus siglas en inglés) señalaba a [Maldita Ciencia](#) que, tal y como recoge el *Financial Times*, el 31 de enero de 2020, desde el organismo enviaron [una carta](#) a los cantones suizos, "pero no contiene ninguna recomendación para detener el permiso de las estaciones base de 5G".

Según estas mismas fuentes, la carta enviada "más bien establece cómo los cantones pueden proceder con la autorización de 5G y de las [antenas adaptativas](#) hasta que la ayuda de implementación de FOEN para antenas adaptativas esté disponible".

Desde el organismo indicaban que "el titular "Suiza detiene el despliegue del 5G por problemas de salud" en el artículo del *Financial Times* es engañoso. Se refiere a la moratoria que algunos cantones y municipios han impuesto a permitir la tecnología 5G y no afecta a Suiza en general". Prueba de que el despliegue sigue en marcha es que, [según la web](#) de Swisscom, esta compañía proporciona al 90% de la población suiza hasta 1 Gbit/s de velocidad 5G.

### → LA IMAGEN DE UNA PERSONA CON UN TRAJE DE PROTECCIÓN QUE SUPUESTAMENTE MANIPULA UNA ANTENA 5G

En diferentes redes se difundió una imagen de una persona con un traje blanco junto a una instalación con un mensaje que afirma que es una persona "instalando una antena 5G" y que lleva puesto "un traje contra radiación".

Como explicamos en [Maldita.es](#) el 14 de abril de 2020, según Alberto Nájera, profesor de la Universidad de Castilla-La Mancha y vocal del [Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud \(CCARS\)](#), "la antena que aparece en la imagen no es una antena 5G, sino que es una antena 4G normal" y añadía que "las antenas 5G son más cuadradas".

Además, como indicaba el experto, estamos entre 10.000 y 100.000 veces por debajo de los niveles máximos permitidos (que son seguros) y la telefonía 5G no se espera que cambie mucho este patrón.

### → LAS FOTOS QUE NO MUESTRAN PÁJAROS MUERTOS POR EL 5G

"Centenares de pájaros murieron durante las pruebas de antenas 5G en distintos países europeos". Con esta afirmación, el 21 de abril de 2020 se compartió en Facebook un contenido falso acompañado de varias fotografías de aves muertas que [desmentimos en Maldita.es](#) el 13 de mayo de 2020.

En la primera imagen, aparecen unos flamencos rosas tumbados en un césped. No son animales de verdad. Son de plástico. Así lo confirmaba el fotógrafo Julian Humphries a [Maldita.es](#). Él mismo hizo esta fotografía hace más de 10 años.



En otra de las imágenes se veían muchos pájaros muertos en una carretera. Basta con hacer una búsqueda inversa en Google para encontrar la misma fotografía en diferentes medios de comunicación y conocer su origen. Las imágenes fueron tomadas en diciembre de 2019 en Anglesey, en el norte de Gales. Diferentes medios británicos publicaron que más de 200 estorninos habían aparecido muertos sobre el asfalto de una carretera secundaria. Algunos como la [BBC](#) o [The Guardian](#) lo calificaron como un misterio ya que, en principio, no había una causa clara de su muerte.

Las autoridades no barajaban la opción del 5G, sobre todo teniendo en cuenta que esta red no había sido desplegada en la zona, según se puede comprobar en el mapa de [nPerf](#) o de [Ookla](#), dos compañías de servicios de Internet. También Vodafone afirmó que el 5G no había llegado a esa zona y no se habían realizado ningún tipo de pruebas, [según Daily Post](#).

En las pruebas de laboratorio no se detectó ningún signo de envenenamiento o enfermedad en estos animales. Los técnicos [llegaron a la conclusión](#) de que las aves habían muerto debido a un trauma interno por un golpe tras impactar con el suelo.

En la tercera fotografía aparece un pájaro muerto patas arriba. Al hacer una búsqueda inversa, se comprueba cómo esta imagen circula por Internet desde 2018 con comentarios en los que se afirma que cientos de pájaros han muerto durante experimentos con el 5G.

Pero en este caso tampoco se ha demostrado que la muerte se debiera a esta tecnología. En [gran parte](#) de las [publicaciones](#) en las que se comparte esta fotografía y se relaciona con el 5G se indica que fue sacada en un parque en La Haya en 2018. Es cierto que centenares de estorninos murieron entre octubre y noviembre en torno a un parque de la ciudad holandesa. No obstante, según contó el ministerio holandés de Asuntos Económicos y Política Climática [a Full Fact](#), no se hizo ningún test de 5G en ese periodo en La Haya.

Estos ejemplos no son nuevos. Años antes de la llegada del 5G, en 2011, se llegó a hablar de ["lluvias de pájaros"](#) en Arkansas y Luisiana (Estados Unidos) y en Suecia. Ese año murieron miles de aves y los investigadores descartaron signos de infección o de alguna enfermedad contagiosa.

### → EL VÍDEO DE LAS PALOMAS MUERTAS EN BARCELONA: EL AYUNTAMIENTO HABLA DE ENVENENAMIENTO



El 24 de abril de 2020 se publicó un vídeo en Facebook donde se ven unas palomas muertas por el suelo con un texto que dice: "Barcelona. Los pájaros se caen como piedras del cielo. La red de 5G es la culpable [?]". El vídeo sí se grabó en Barcelona, pero no hay ninguna evidencia de que la muerte de las aves se deba a antenas 5G.

[Como explicamos](#) en *Maldita.es* el 3 de junio de 2020, el Ayuntamiento de Barcelona confirmó que el vídeo se grabó allí. Tras los análisis a las aves, el departamento de Prensa indicó a *Maldita.es*: "Las muertes no han sido causadas por ninguna enfermedad infecciosa o parasitaria, ni por ningún traumatismo. Por lo tanto, los resultados disponibles y la situación de los hechos indican que podría ser una intoxicación por envenenamiento alimentario. Así que podemos descartar que sea por ninguna antena 5G".

El vídeo originalmente [se colgó en un grupo italiano](#) llamado Libera Espressione de Telegram. En Facebook también circuló este vídeo vinculado con el 5G, mientras que en Telegram se relacionó con la COVID-19.

### → LAS AFIRMACIONES FALSAS Y DESINFORMACIONES SOBRE "BRUSELAS" Y EL SUPUESTO EFECTO DEL 5G EN EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD

En diferentes redes se movió un [texto](#) en el que se dice que "Bruselas" afirma que "la tecnología 5G es perjudicial para la salud humana y el medio ambiente". En él no se aclara a quién se le atribuye esa cita, ni dónde ni cuándo.

El 15 de junio de 2020 [explicamos en Maldita.es](#) que el texto hace algunas referencias al Consejo de la Unión Europea y a un encuentro titulado "La configuración del futuro digital en Europa". Este organismo ha afirmado a *Maldita Ciencia* que no ha dicho que el 5G sea perjudicial para la salud ni para el medio ambiente.

Además, en el texto se incluye como justificación la [resolución 1815/2011](#), titulada "Los peligros potenciales de los campos electromagnéticos y sus efectos sobre el medio ambiente". En ella, se sugiere tomar medidas para reducir la exposición a los campos electromagnéticos, "especialmente a las radiofrecuencias emitidas por los teléfonos móviles, y en

particular la exposición en niños y jóvenes, para quienes el riesgo de tumores de la cabeza parece mayor”.

Esta resolución fue publicada en 2011 por el Consejo de Europa, que no es lo mismo que el Consejo de la Unión Europea, y no forma parte de las instituciones de la UE. El físico Alberto Nájera insiste en que la resolución no tiene validez científica alguna. “Se trató de una declaración promovida por una serie de personas, no está avalada por ninguna sociedad científica ni nada que se le parezca y no es de la Unión Europea”.

### → LAS AFIRMACIONES FALSAS DEL VÍDEO QUE ASEGURA QUE NO HAY ESTUDIOS INDEPENDIENTES QUE DEMUESTREN QUE EL 5G NO ES PELIGROSO PARA LA SALUD

The image shows a screenshot of a Maldita.es article. The article title is "Las afirmaciones falsas del vídeo que asegura que no hay estudios independientes que demuestren que el 5G no es peligroso para la salud". The article is dated June 29, 2020. The main image shows a man speaking, with a poll overlay that reads: "¿Dejaría que se colocasen una antena 5G a unos 15 metros de su vivienda?". The poll results are: "No" (84.4%) and "Sí" (15.6%). The article text states: "Se ha viralizado un vídeo en el que una persona afirma que que no hay estudios independientes que demuestren la inocuidad de las radiaciones 5G. Esto es falso: hay multitud de estudios que han concluido que no se aprecian efectos nocivos para la salud causados por este tipo de radiaciones." Below the main text, there are sections for "CATEGORÍAS" (RECIBOS CONSERVACIONISTAS, EFECTOS, SUPERFONDOS, LITERATURA CIENTÍFICA, FUENTES OFICIALES, SOMBRINADOS, BASES DE DATOS, ROY) and "RECURSOS UTILIZADOS".

En diferentes redes se viralizó un vídeo en el que una persona afirma que no hay estudios independientes que demuestren la inocuidad de las radiaciones 5G. [Como publicamos](#) en Maldita.es el 29 de junio de 2020 es falso: hay multitud de estudios que han concluido que no se aprecian efectos nocivos para la salud causados por este tipo de radiaciones.

Al contrario de lo que afirma el protagonista del vídeo, sí existen estudios científicos sólidos e independientes que confirman que las radiaciones utilizadas por el 5G son inocuas, al menos por debajo del umbral al que estamos expuestos nosotros.

Un [documento](#) de la ICNIRP de 2020 recopila decenas de estudios sobre los efectos de las radiofrecuencias. Basándose en este conjunto de evidencias, concluye que “no hay evidencia de efectos de salud desfavorables con exposiciones inferiores a las restricciones indicadas en las líneas guía de ICNIRP, ni hay evidencia de mecanismos de interacción que prevean que podrían ocurrir efectos de salud desfavorables debidos a campos electromagnéticos de radiofrecuencias por debajo de esos niveles de restricción”.

En junio de 2020, la revista especializada en salud y radiaciones, *Health Physics*, publicaba un nuevo [artículo](#) de revisión sobre la exposición a las frecuencias del 5G, donde confirma que: 1) las frecuencias de la banda del 5G no penetran más allá de la piel; 2) la exposición a radiofrecuencias general de la población no se ve alterada por el 5G; y 3) los niveles de exposición están por debajo de los indicados en las líneas guía internacionales, y que por debajo de estos niveles los resultados de la investigación internacional no encuentran ningún efecto negativo para la salud.

Además, existe un largo listado de artículos sobre los efectos de las radiofrecuencias, considerando las que llegan hasta los cientos de gigahercios, que también incluye el rango de 5G, y todos excluyen efectos dañinos para la salud a los niveles de exposición actuales. [En un boletín de la OMS](#) aparece una revisión de todos los artículos disponibles hasta el 2010.

En el vídeo también se dice que habría un [listado muy largo](#) de publicaciones científicas que explicarían por qué el 5G no es seguro. Está extraído de una web llamada *Environmental Health Trust*. Sin embargo, el físico Alberto Nájera asegura que “esa web no es una fuente fiable de información científica”.

### → POR QUÉ EL 5G NO "ABSORBE EL OXÍGENO ALLÁ POR DONDE PENETRA" Y A QUÉ SE REFIERE EL BOE CON ESTA AFIRMACIÓN

Se viralizó un post de Facebook que decía que "el 5G es una frecuencia que absorbe el oxígeno allá por donde penetra". Para sostener esta afirmación, el post incluía una captura de pantalla de una disposición general del Boletín Oficial del Estado (BOE), en una de cuyas tablas se puede leer que "debido a la gran absorción del oxígeno, se reducen los requisitos de planificación de frecuencias en esta banda".



[Como publicamos](#) en *Maldita.es* el 2 de octubre de 2020, la captura del BOE es real pero se refiere a una frecuencia (60 GHz) que no es utilizada por las redes 5G (que serán las de 700MHz, las que ya utiliza la Televisión Digital Terrestre o TDT).

"El documento se refiere a radioenlaces: esas antenas pequeñas y redondas, con forma de tambor, que suele haber en los mástiles de las estaciones de telefonía móvil, pero no son 5G", explica el físico Alberto Nájera.

"Ni el 5G ni otras radiofrecuencias similares 'absorben' el oxígeno ni interfieren en el metabolismo de la hemoglobina de manera perjudicial y tampoco 'rompen' el flujo habitual de oxígeno en la sangre ni producen shock respiratorio o hipoxia cerebral [como afirma el post de Facebook]", señala [Francisco Vargas](#), epidemiólogo y director científico del CCARS.

"El Gobierno de España no reconoce en ninguna publicación técnica, legal, científica o sanitaria estas ideas irracionales y disparatadas sin ningún fundamento científico", añade.

### 3.Desinformaciones sobre el 5G durante la pandemia que relacionan la tecnología con la COVID-19

#### → EL CORONAVIRUS Y LAS TEORÍAS CONSPIRATORIAS: LAS VACUNAS, LOS CHEMTRAILS Y EL 5G

Durante los primeros meses de la pandemia fueron habituales desinformaciones que relacionaban la tecnología 5G con la COVID-19. Un post que se viralizó en Facebook comenzaba diciendo: "Todos los chinos recibieron vacunas obligatorias el otoño pasado". También afirmaba que esas vacunas habrían sido activadas gracias al 5G utilizando el polvo inhalado que lanzan los *chemtrails*.

Se trata de una suma de distintas conspiraciones desmentidas con frecuencia por *Maldita.es*. [Como publicamos](#) el 9 de marzo de 2020, el físico Alberto Nájera afirmaba: "Si todos los chinos hubieran sido 'vacunados' por ese preparado mágico —capaz de ser controlado por radiaciones de 60 GHz (frecuencia que el 5G no utiliza)—, todos estarían afectados". Tampoco hay evidencias de que la tecnología 5G pudiese repercutir en nuestro organismo.

[Otra versión](#) de esta conspiración asegura que Wuhan fue la primera ciudad china en implantar redes 5G y que la enfermedad que causa el coronavirus es resultado de un exceso de exposición a esas ondas. Esto también es falso. [Desde el principio](#), la comunidad investigadora

apuntó al [origen natural del virus](#). Aunque siguen investigando su origen, que parece apuntar a los murciélagos y quizás a otro posible animal intermedio, nada tiene que ver con las antenas 5G.

### → NO HAY EVIDENCIAS QUE RELACIONEN LAS ANTENAS DE LA TECNOLOGÍA 5G CON LA COVID-19



Una publicación de Facebook del 10 de marzo de 2020 afirmaba: "En Wuhan foco de la epidemia habían (sic) instaladas cerca de 10mil antenas 5G para implantar esta red inteligente en la ciudad, las mismas que hay en todo EEUU junto, el gobierno chino puso a prueba la capacidad receptiva del ADN humano ante esta frecuencia, y mucha gente murió por convulsiones tras recibir el golpe de estas ondas, luego soltaron el "coronavirus" como excusa..."

Como [publicamos](#) en *Maldita.es* el 24 de marzo, no había ni hay ninguna evidencia científica que relacione la tecnología 5G con la COVID-19. "Un virus tiene un tamaño de alrededor de 100 nanómetros, esto es 0,1 micras o la diezmilésima parte de un milímetro (0,0001 mm). La longitud de onda de la radiación de radiofrecuencia usadas por los teléfonos móviles, también por el 5G, incluso para frecuencias elevadas de 26GHz, no supera el orden de los milímetros", señalaba el físico Alberto Nájera. "Por tanto, es imposible conseguir interacción entre este tipo de radiación y los virus", añadía.

es imposible conseguir interacción entre este tipo de radiación y los virus", añadía.

### → EL 5G NO HA AUMENTADO EL NÚMERO DE ENFERMEDADES



Como [publicábamos](#) en *Maldita.es* el 14 de abril de 2020, un contenido viral decía que la "contaminación electromagnética" que afirman que ha causado el coronavirus está relacionada con la tecnología 5G. Pero la radiación de un móvil o del WiFi es una radiación no ionizante, es decir, que según explica la [Comisión Nuclear Reguladora de los Estados Unidos](#) "no tiene suficiente energía para romper enlaces moleculares o eliminar electrones de los átomos".

En la publicación se asegura que "la tecnología 5G irá acompañada de un aumento de una variedad de patologías, desde infertilidad a enfermedades neurológicas y cáncer". Sin embargo, las evidencias disponibles indican que la exposición cotidiana a los campos electromagnéticos de baja intensidad no parece tener efectos sobre la salud.

Por otra parte, el texto afirma que "la frecuencia de 60GHz de la 5G es absorbida por los átomos de oxígeno de nuestro cuerpo, impidiéndoles vincularse a otros átomos y moléculas, como la hemoglobina o la clorofila". Pero, tal y como explica el físico Alberto Nájera, esa afirmación "no tiene sentido". Tampoco es cierto que se planea implantar una "frecuencia de 60GHz" como asegura el texto, sino que en [el plan nacional](#) se contempla la implantación de una banda de 3,6-3,8 GHz y se plantea un análisis para la implantación de una banda de 26GHz, no de 60 como afirma el texto.

## → EL CORONAVIRUS NO ES UNA BACTERIA AMPLIFICADA CON RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA 5G



Por WhatsApp se movía una cadena que decía, entre otras cosas, que el coronavirus no es un virus, “como nos han hecho creer”, sino que es “una bacteria, amplificada con radiación electromagnética 5G que produce también inflamación e hipoxia”.

[Como explicamos](#) en *Maldita.es* el 19 de mayo de 2020 no hay ninguna evidencia científica que relacione el origen del SARS-CoV-2 con el 5G. Los científicos apuntan al origen natural del virus.

## → UNA ANTENA CON FORMA DE CACTUS NO ES DE 5G NI TIENE NADA QUE VER CON LA COVID-19

Una imagen viral mostraba una antena con forma de cactus afirmando que es una antena 5G y que las ocultan para que “la gente no se de cuenta que son radioactivas y emiten ondas de frecuencia electromagnéticas”. También decían: “No son más que antenas para 5G que Bill Gates mando (sic) instalar para dominarnos, esta tal Covid no existe”.

El 23 de mayo de 2020 [publicamos](#) en *Maldita.es* que la foto no es actual, ni es una antena 5G. Tampoco está tomada ni en Colombia ni en México, sino en Arizona (Estados Unidos). Como señalaba T-mobile a *AFP Factual*, “no se han hecho mejoras allí en varios años, la foto no es actual”. Además, indicaban que “el camuflaje es para asegurar el cumplimiento de los permisos locales específicos de este sitio, no se pretende ‘esconder’ la torre”.

## → LAS AFIRMACIONES FALSAS SOBRE EL 5G Y LA COVID-19 DEL VÍDEO DE THOMAS COWAN

Uno de los vídeos más virales sobre el 5G y la COVID-19 es el de Thomas Cowan afirmando de manera falsa que la pandemia está causada por el 5G y que cada gran epidemia de la historia ha sido provocada por un salto “cuántico” en la electrificación de la Tierra.

Cowan [está actualmente a prueba por el comité médico de California](#) (Estados Unidos) y tiene su actividad limitada desde que recibió una queja en 2017 por, entre otras cosas, administrar un medicamento no aprobado a una paciente de cáncer de mama.

Una de las primeras cosas que Cowan dice en ese vídeo es que, según un tal [Rudolf Steiner](#), “los virus son la excreción de una célula intoxicada”. La idea de que los virus son un desecho de células intoxicadas no tiene sustento científico. [Como explicamos](#) en *Maldita.es* el 5 de junio de 2020, y según Christian Constán, biólogo e investigador de la Universidad de Granada, cuando una célula está ‘intoxicada’ o ‘envenenada’ (palabras textuales de Cowan), no excreta virus. “Tiene dos caminos, activar una serie de cascadas metabólicas para detoxificarse, o morir, pero nunca ‘excretar’ virus”, afirmaba el científico.

Cowan continúa con su argumentación insinuando que esa supuesta intoxicación de las células proviene de un aumento “cuántico” en la electrificación de la Tierra. Según sus palabras, cada pandemia ocurrida corresponde con un “salto cuántico” de este tipo. Cowan pone el ejemplo de la pandemia de gripe de 1918 y la relaciona con la introducción de las ondas



de radio en todo el mundo el año anterior, en 1917. Sin embargo, como explican en [un desmentido](#) del mismo vídeo publicado por el medio *CBC*, las primeras emisoras de radio comercial no empezaron a emitir hasta 1920.

Cowan termina su argumentación asegurando que la actual pandemia de COVID-19 está relacionada con la implementación de las redes 5G en todo el mundo, pero sus argumentos de nuevo son falsos. Para empezar, porque no es cierto que las redes 5G estén implementadas en todo el mundo.

Además, asegura que una de las primeras ciudades donde se puso en marcha el 5G fue en Wuhan, origen del COVID-19, pero eso no es cierto. En octubre de 2019 tres empresas estatales de telecomunicaciones chinas anunciaron la instalación de tecnología 5G en varias ciudades, y en la [noticia publicada por Reuters](#) en aquel momento se decía que otras grandes ciudades como Pekín o Shanghái ya estaban cubiertas.

Otra supuesta prueba que da Cowan de que el 5G es el causante de la pandemia de COVID-19 es su rápida expansión por todo el mundo. En su opinión, la causa es que las ondas de radio o de 5G "que muchos de ustedes llevan en el bolsillo", dice Cowan refiriéndose a los móviles, "pueden enviar una señal a Japón y llega al instante". No explica entonces cómo la enfermedad suele tardar unas dos semanas en expandirse y no lo hace al momento.

### ➔ NO HAY UN COMPONENTE CON LA MARCA 'COV-19' EN LOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DE LAS ANTENAS 5G

Se viralizó un vídeo en el que un joven que afirmaba ser ingeniero de telecomunicaciones que instalaba antenas 5G decía haber encontrado en un circuito electrónico una pieza que lleva la inscripción "COV-19".

[Como publicamos](#) en *Maldita.es* el 8 de junio de 2020, el vídeo es un bulo: lo que muestra es un componente de un decodificador de televisión por cable de la empresa Virgin Media, [según afirmaba la propia empresa a Reuters](#).

Como cuenta *Reuters*, con la confirmación de Virgin Media, lo que muestra esta persona "no es un equipo de telecomunicación para 5G. La placa de circuitos ha sido extraída de una caja de Virgin Media para televisión por cable – una caja que se puede ver en el capó de la furgoneta, cuando la cámara hace una panorámica al final del vídeo".

Según el portavoz de la empresa Virgin Media, se trata de "una placa de un decodificador muy antiguo y que nunca ha tenido ninguna parte donde se inscribiera/pegara/imprimiera 'COV-19'. No tiene ninguna relación en absoluto con las infraestructuras para la red de móviles, incluida la utilizada para el 5G".

Además, según el ingeniero técnico de telecomunicaciones y secretario de la asociación Hablando de Ciencia, Víctor Pascual del Olmo, observando el fotograma donde se ve escrito 'COV-19', "se nota que la placa ha sido manipulada físicamente".

### → LA TEORÍA FALSA QUE RELACIONA EL 5G Y LOS PAÍSES MÁS AFECTADOS POR LA COVID-19

Para explicar que el 5G no tiene nada que ver con el virus SARS-CoV-2, en *Maldita.es* comparamos los datos sobre implementación de esta nueva tecnología a nivel mundial con el número de víctimas por COVID-19 en cada país. Así podemos ver que no existe ninguna correlación entre el desarrollo de esta tecnología y la gravedad de la pandemia por COVID-19.

[Como explicamos](#) el 9 de junio de 2020, en ese momento de la pandemia, si observamos los 10 países con más víctimas por millón de habitantes a causa de la COVID-19 y qué puesto ocupaban en la lista de países con mayor presencia de la tecnología 5G, la mayoría no coincidían y estaban en puestos muy dispares (la excepción es Reino Unido) o directamente no contaban con tecnología 5G en su territorio.

Los datos facilitados por Ookla, empresa de servicios de diagnóstico de Internet que monitoriza la implementación de los servicios 5G, muestran que no hay ninguna correlación entre la cobertura 5G de un territorio y el número de fallecidos debido a la COVID-19.

### → EL ESTUDIO CIENTÍFICO QUE RELACIONABA EL 5G Y EL CORONAVIRUS Y QUE FUE RETIRADO

Circuló mucho un [supuesto estudio científico](#) que aseguraba que las ondas 5G pueden ser absorbidas por las células de la piel como si fueran antenas, de ahí transferirse a otras células del cuerpo y jugar un papel importante en la producción del coronavirus. Tras recibir duras críticas por su nula calidad científica, el artículo fue retirado por la revista *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents*.

*Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents*.

[Como publicamos](#) el *Maldita.es* el 31 de julio de 2020, en el artículo aparecía que "las ondas milimétricas del 5G tienen formas similares a las bases hexagonales y pentagonales del ADN de las células" y eso "produce agujeros en los líquidos del núcleo", concluyendo que "esas bases pueden unirse entre ellas y formar estructuras similares a virus, como el coronavirus".

En el artículo no se menciona ningún experimento llevado a cabo para demostrar esta hipótesis. Tampoco se explica cómo o por qué las ondas 5G producen concretamente el SARS-CoV-2 y no cualquier otro virus o microorganismo.



El estudio, hecho público el 16 de julio, fue retirado el 26 de julio tras sufrir numerosas críticas en redes y ponerse en duda que realmente se hubiese sometido a la revisión por pares (de científicos independientes) que deben pasar los artículos para aparecer en una revista científica.

### → LAS AFIRMACIONES FALSAS SOBRE LA PANDEMIA, LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y LA TECNOLOGÍA 5G DURANTE LA CONVERSACIÓN POR FACEBOOK ENTRE RICARDO DELGADO MARTÍN Y ANA MARÍA OLIVA

Se movió un vídeo por Facebook en el que Ricardo Delgado Martín, que se presenta como bioestadístico, y Ana María Oliva (cuyas [afirmaciones negacionistas sobre la pandemia ya desmentimos](#)), hablan sobre diferentes teorías de la conspiración, casi todas basadas en la



relación entre los campos electromagnéticos, el 5G y la COVID-19. Su conclusión es que la actual pandemia no es consecuencia de un virus, el SARS-CoV-2, como tal, sino de nuestra continua exposición a campos electromagnéticos.

[Como publicamos](#) en *Maldita.es* el 30 de diciembre de 2020, según el físico Alberto Nájera, este vídeo “está plagado de falsedades, imprecisiones, desinformaciones y barbaridades”. Los campos electromagnéticos utilizados en telecomunicaciones no tienen capacidad de producir efectos biológicos sobre el ser humano a los niveles habituales de exposición. Además, [las investigaciones científicas han demostrado que el SARS-CoV-2 es la causa de la COVID-19](#) y su origen sería natural.

Otra de las afirmaciones que se hace a lo largo del vídeo es que la frecuencia de 60 GHz estaría dentro del ancho de banda de la nueva 5G, y que esta “consigue absorber el 98% del oxígeno atmosférico”. “De ahí la disnea de algunos antenistas, de los que tenemos testimonios”, relaciona Oliva. Esto no es cierto. Y hemos explicado que la banda de 60 GHz no se corresponde con ninguna de las que usará esta tecnología.

“Ni las utilizadas ni las que utilizará la 5G u otras radiofrecuencias similares ‘absorben’ el oxígeno ni interfieren en el metabolismo de la hemoglobina de manera perjudicial y tampoco ‘rompen’ el flujo habitual de oxígeno en la sangre ni producen shock respiratorio o hipoxia cerebral”, explicaba el epidemiólogo Francisco Vargas.

### → QUÉ SON LAS JAULAS DE FARADAY Y POR QUÉ NO SIRVEN CONTRA LA COVID-19 NI SUS SÍNTOMAS

Aprovechando las teorías de la conspiración que relacionan la exposición a campos electromagnéticos con diferentes cuadros de síntomas, entre ellos, los propios de la COVID-19, varias empresas se están lucrando a través de la venta de jaulas de Faraday “para proteger los routers” y con ello “evitar la exposición a la WiFi y a la 5G”.

[Como explicamos](#) el 27 de enero de 2021 en *Maldita.es*, aunque las jaulas de Faraday son útiles en algunos utensilios, como en los hornos de microondas, según el físico Alberto Nájera, son innecesarias para “evitar las consecuencias de los campos electromagnéticos en nuestro organismo” o “los síntomas de la COVID-19”, ya que, repetimos estos de ninguna manera interfieren en nuestra salud a los niveles de exposición a los que se encuentran y no tienen ninguna relación con el SARS-CoV-2.

Estas jaulas sirven para proteger elementos electrónicos de descargas eléctricas. “[Muchos dispositivos que empleamos en nuestra vida cotidiana están provistos de una jaula de Faraday](#): los microondas, escáneres, cables, etc. Otros dispositivos, sin estar provistos de una jaula de Faraday actúan como tal: los ascensores, los coches, los aviones, etc.”, explican Teresa Martín Blas y Ana Serrano Fernández, profesoras en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y de Medio Natural de la Universidad Politécnica de Madrid.

Pero, como decimos, no hace falta que evitemos la tecnología 5G ni los campos electromagnéticos. Las jaulas de Faraday no son necesarias para prevenir problemas de salud: no existe peligro a los niveles habituales.

#### 4. Desinformaciones sobre la pandemia y el 5G en otros países europeos

España no ha sido el único país en el que se han viralizado desinformaciones relacionadas con el 5G. En el informe [Infodemia COVID-19 en Europa: un análisis visual de la desinformación](#) realizado por organizaciones de *fact-checking* de cinco países europeos, como *Maldita.es* en España, Agencie France-Press (AFP) en Francia, CORRECTIV en Alemania, Pagella Politica/Facta en Italia y Full Fact en el Reino Unido, se examinaron los artículos publicados por estos medios durante los meses de marzo y abril de 2020, a medida que la pandemia de COVID-19 se extendió por Europa.

La creencia de que la nueva enfermedad está agravada o impulsada por la tecnología 5G ha sido común en los cinco países, aunque fue especialmente frecuente en Italia y el Reino Unido. Los bulos variaron bastante, tanto entre países como dentro de cada uno de ellos, desde desinformaciones más generales referidas a que el 5G estaba detrás de la enfermedad (se pueden ver ejemplos en [España](#), [Francia](#), [Italia](#), [Alemania](#) y el [Reino Unido](#)) hasta bulos más específicos alrededor de un video de una torre de telefonía siendo destruida (en [Italia](#) y [Alemania](#)) y desinformaciones más extensas que combinan 5G con otras teorías de la conspiración (como han recogido [Francia](#), [España](#) e [Italia](#)).

El bulo de que el 5G fue de alguna manera responsable de la pandemia se hizo muy popular. Google Trends mostró un fuerte aumento de las búsquedas en todo el mundo con el término "5G" a finales de marzo y principios de abril de 2020, en paralelo a un aumento en la popularidad de las búsquedas de "5G peligroso" o "coronavirus 5G".

Las desinformaciones sobre el 5G a menudo incluyen imágenes o videos de pájaros que caen muertos al suelo, supuestamente debido a la radiación. Los *fact checkers* de [España](#), [Italia](#) y [Alemania](#) los hemos desmentido repetidamente.



Con la pandemia, las teorías sobre el 5G se unieron y adaptaron a la nueva amenaza. Los contenidos que culpan al 5G por las muertes en Wuhan aparecieron en algunos países europeos ya en enero. Fueron desmentidos en el [Reino Unido](#) y [Alemania](#), pero el mito llegó para quedarse. De nuevo aparecieron en Italia en marzo y abril. Desde abril, [la gente empezó a quemar torres 5G](#) en Inglaterra.

Otros contenidos se refieren a que el 5G provoca que la hemoglobina en nuestra sangre "se vuelva loca" y ya no pueda seguir transportando oxígeno, contenidos que [han circulado en Italia y han sido desmentidos](#).

Aunque la COVID-19 es una pandemia mundial, el 5G [solo está operativo en algunos lugares](#). Un mapa que circuló en Francia y que supuestamente mostraba una correlación de la propagación de la enfermedad y el despliegue del 5G [era un bulo](#); se trataba del uso de fibra óptica en Francia en 2019.

## 5. Conclusión

Como vemos, las desinformaciones sobre esta tecnología emergente no son exclusivas de España. Se mueven rápidamente de un país a otro, con contenidos y temáticas muy similares. La única forma de combatir los bulos es detectarlos cuanto antes, desmentirlos y que este contenido desmentido se viralice y llegue a la ciudadanía por los mismos canales que lo recibió. Para eso es muy importante la labor de la comunidad, que cada persona comparta los desmentidos publicados por los *fact checkers* y que, ante la duda de si le ha llegado un bulo, lo frene y lo contraste antes.

En *Maldita.es* tenemos un chatbot de WhatsApp (**+34 644 22 93 19**) al que cualquier persona puede hacernos llegar mensajes sospechosos y sabrá al instante si es un bulo. En caso de no tenerlo registrado, nos ponemos a desmentirlo cuanto antes. Porque juntos es mucho más difícil que nos la cueleen. ●

# CONCLUSIONES

Como señalábamos en el primer cuaderno dedicado al Impacto del 5G, tras 40 años de vida de tecnología móvil y cuatro sucesivas generaciones de tecnología inalámbricas, asistimos en 2020 a la llegada de la quinta generación de telefonía móvil, cuyo despliegue es ya una realidad comercial. El año 2020, además de por la pandemia de COVID-19, puede considerarse también como el año de la llegada del 5G. Esos doce meses han visto como se multiplicaban los dispositivos, las aplicaciones y las pruebas piloto del 5G, así como el despliegue de redes con esta tecnología, de forma que a finales de 2020 **cerca de 1.000 millones de personas, equivalentes al 15% de la población del planeta, contaban ya con cobertura de la quinta generación de telefonía móvil.**

La tecnología 5G se presenta como una auténtica revolución, fruto de sus potentes mejoras tecnológicas, con mayores velocidades de transmisión de datos, tiempos de respuesta más cortos (latencias más bajas), la conexión más eficiente de un gran número de dispositivos o la posibilidad de crear arquitecturas de red virtual independientes en una única infraestructura física común de una manera eficiente y sencilla (*network slicing*).

La combinación de todas estas posibilidades es la base de una nueva revolución de las telecomunicaciones y abre un mundo de posibilidades a los operadores de telecomunicaciones, a todo tipo de sectores de actividad económica e industrial y en cualquier área de la sociedad. El 5G ejercerá una fuerza transformadora en el tejido industrial y de servicios, convirtiéndose en un factor clave para la competitividad y el avance tecnológico, a la vez que contribuirá a modernizar la sociedad.

## **5G como motor de la recuperación post-pandemia**

La pandemia de la COVID-19 ha supuesto un test de estrés para las redes y los sistemas de comunicaciones que se han visto sometidos a una gran presión derivada del aumento de consumo y de la multiplicación de las necesidades. Este fenómeno, que ha supuesto cambios rápidos y radicales, ha acelerado también la digitalización de muchas de las actividades humanas tanto en la esfera económica como en la social, lo que ha provocado un salto cuantitativo en lo digital que ha llegado para quedarse. El aumento del ritmo de la transformación digital derivado de la pandemia va a potenciar el papel del 5G en un mundo post-COVID. Las redes móviles 5G son las primeras diseñadas para conectar de forma masiva a personas y máquina, por lo que **ofrecen una gran oportunidad para la digitalización de un mundo que se recupera de la pandemia global.**

Como la evolución de las tecnologías digitales no se detiene, en plena fase de crecimiento y expansión de la tecnología 5G hay ya indicios de lo que puede suponer la siguiente generación, el 6G, cuyo factor decisivo puede estar en su conexión con la inteligencia artificial para potenciar sistemas inteligentes, capaces de gestionar, procesar y aprovechar grandes volúmenes de datos en tiempo real y en cualquier tipo de ubicación.

## El 5G en el mundo

El desarrollo del 5G en el mundo ha sido el de una carrera tecnológica, cuyo liderazgo vienen disputando desde hace años las dos grandes potencias actuales: Estados Unidos y China, y donde Europa se suma a la naturaleza política y estratégica de esa competencia buscando una plena soberanía digital y salvaguardando la privacidad frente a las grandes empresas tecnológicas.

Durante el periodo 2018-2020, las autoridades de la Unión Europea han tomado medidas para facilitar la introducción del 5G, básicamente a través del impulso de estrategias nacionales de 5G y de la preparación de actuaciones de asignación de espectro. A finales de 2020, el despliegue de redes y servicios 5G en la Unión Europea mostraba un ritmo sostenido, de forma que **24 de los 28 países de la Unión Europea más el Reino Unido contaban con servicios comerciales disponibles**. Además, los operadores estaban implicados en 199 pruebas piloto de la quinta generación en los 28 países. España lidera a nivel de la Unión Europea los rankings de ciudades conectadas y de pruebas piloto.

En Estados Unidos los cuatro principales operadores (AT&T, T-Mobile USA, Sprint y Verizon) lanzaron sus servicios 5G en 2018 y 2019 en diferentes bandas de frecuencia. El regulador de las telecomunicaciones del país, la FCC, encontró grandes dificultades para liberar espectro radioeléctrico en la banda situada entre los 3,7 y los 4,0 GHz, que es fundamental para el despliegue rápido y efectivo de servicios 5G en todo el país. Esta banda estaba asignada a otros servicios a los que ha sido necesario compensar. Estas compensaciones, sumadas a la propia subasta de las frecuencias, **han elevado notablemente las necesidades de inversión** mucho más allá de lo previsto, lo que complica los balances y los planes de desarrollo de los operadores.

Por su parte, el Gobierno chino concedió en junio de 2019 licencias 5G a cuatro operadores: China Mobile, China Unicom, China Telecom y China Broadcasting Network. Los tres primeros lanzaron sus servicios 5G en noviembre de 2019. China Mobile notificaba 147,4 millones de suscriptores 5G en noviembre de 2020, mientras que China Telecom se situaba en los 79,5 millones. Las estimaciones del número de estaciones base 5G en el país apuntan a 650.000 a finales de 2020, cifra que ascendería a 1.700.000 al acabar 2021.

Los vetos de Estados Unidos y de una serie de países aliados a la venta de microelectrónica a fabricantes chinos y a la compra de tecnología 5G de proveedores chinos, bajo la acusación de espionaje y ante posibles riesgos potenciales a su seguridad nacional, han contribuido a complicar un panorama geopolítico cuyos efectos se extienden a otros muchos países en los que también se están desarrollando las redes 5G. Los retrasos en el desarrollo de las redes 5G, derivados de los vetos a los fabricantes chinos de equipos, pueden dificultar la expansión de esta tecnología en muchas partes del mundo e incluso pueden llevar a una división del ecosistema 5G en dos esferas diferenciadas de influencia.

## El 5G en España

La puesta en marcha del ecosistema español del 5G se enmarca en el contexto estratégico europeo. El primer gran hito fue la aprobación del Plan Nacional 5G (2018-2020), cuyo principal objetivo era situar a España entre los países más avanzados en el desarrollo de esta nueva tecnología móvil. Otro paso importante fue la presentación en julio de 2020 de la estrategia España Digital 2025, que recoge 50 medidas agrupadas en diez ejes estratégicos, alineados con las políticas digitales de la Unión Europea. Uno de esos ejes estratégicos es el impulso de la tecnología 5G. Dicho eje considera que facilitar el despliegue del 5G es una tarea fundamental para el desarrollo económico y la transformación digital de España.

El último hito en la planificación del 5G en España se produce a finales de 2020, con la presentación de la Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G, que se enmarca en las actuaciones España Digital 2025 y Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, 'España Puede', presentadas ambas durante 2020.

En cuanto al espectro radioeléctrico destinado a los nuevos servicios 5G, se han identificado tres bandas como prioritarias: la de 700 MHz, la de 3,5 GHz y la de 26 GHz. Para la primera, se espera la convocatoria de la subasta pública de frecuencias en esta primavera y que antes de mitad de año se reordene también la banda de los 3.500 MHz, subastada en 2018; para la tercera aún no hay fecha.

En España, cuatro operadores ofrecen hoy servicios comerciales 5G: MásMóvil (Yoigo), Orange, Telefónica y Vodafone. Todos estos operadores se encuentran en una fase de desarrollo de redes y servicios y a la espera de las siguientes subastas de frecuencias y de poder implementar redes puramente *standalone*, capaces de ofrecer las auténticas ventajas de la tecnología. Por tanto, no es posible hablar todavía de competencia real entre operadores ni de los modelos de negocio que van a adoptar cada uno para conseguir la rentabilidad de sus inversiones.



## Los mitos del 5G

Entre los mitos que acompañan al 5G en su andadura se encuentran la escasa demanda de servicios avanzados sobre el nuevo sistema; las teorías sobre los supuestos efectos perjudiciales sobre la salud, las dudas sobre su viabilidad por las necesidades de inversión que requiere el despliegue de las infraestructuras vinculadas a 5G o los bulos que acompañan a la quinta generación de telefonía móvil desde antes de su aparición.

## Casos de uso

La falta de aplicaciones concretas ha sido una de las críticas recurrentes hacia la tecnología 5G en los últimos años. Se achacaba al nuevo sistema una ausencia de demanda para los nuevos servicios por parte del mercado, dentro de un ecosistema 5G falto de madurez. Conscientes de esta situación, operadores, fabricantes de equipos de red y de terminales, las autoridades nacionales y los organismos sectoriales internacionales han impulsado múltiples iniciativas colectivas en torno a proyectos piloto que sirvieran a una doble finalidad: analizar el comportamiento y funcionamiento de la nueva tecnología y demostrar sus usos. Y, según diversos informes, España lidera el campo de los casos piloto(s) dentro de la Comunidad Europea, con 10 proyectos y cerca de un centenar de casos de uso, que abarcan 16 sectores diferentes: Agricultura, Automóviles y Transporte Terrestre, Drones, Educación, Salud, Energía, Acceso Inalámbrico Fijo, Industria 4.0, Medios de Comunicación y Entretenimiento, Seguridad Pública, Edificios Inteligentes, Ciudades Inteligentes, Servicios Públicos Inteligentes, Turismo, Transporte y Realidad Virtual.

## Inversión y sostenibilidad

La puesta en marcha de los servicios 5G, con todas las prestaciones y posibilidades que pueden revolucionar la economía, la industria y la sociedad, requiere un desarrollo muy dinámico de las redes que los soportan, que implica importantes inversiones en infraestructuras, que se aplican a la construcción de nuevas estaciones base y centros de datos, a la mejora de los emplazamientos ya existentes para añadirles capacidades 5G y a la implantación de nuevas arquitecturas de red y de software de soporte, sin olvidar el coste de la adquisición o subasta de las frecuencias en las bandas asignadas.

Ante esas necesidades, y las del resto de sus redes, los operadores invertirán a nivel global alrededor de 1,1 billones de dólares en el periodo 2020-2025. De esa cantidad, cerca del 80% (890.000 millones de dólares) corresponderá a las tecnologías y redes 5G.

Además de la inversión en infraestructuras, para el desarrollo de los ecosistemas 5G también es vital la inversión en aplicaciones y modelos de negocio relacionados con la tecnología. En este escenario de fuerte inversión van a ser necesarios acuerdos para compartir redes entre operadores, más allá de los ya existentes, y acuerdos con gestores independientes de infraestructuras. Estos tipos de acuerdos podrían reducir sensiblemente los niveles de inversión necesarios respecto a un escenario en el que cada operador llevara a cabo su propio despliegue.

La estimación de cómo evolucionará el impacto de la tecnología 5G en el medio ambiente es objeto de debate. Una parte de los expertos cree que la incorporación de nuevas estaciones

base con sus equipos y antenas y la proliferación de *small cells* supondrán un aumento del consumo de energía. Otros expertos consideran que el consumo total de energía no se incrementará, ya que los nuevos equipos serán más eficientes.

Para que la tecnología 5G llegue a ser beneficiosa para el medio ambiente, es necesario que se tomen medidas en dos campos. El primero tiene que ver con la reducción de la huella de emisiones de los equipos tecnológicos, que son necesarios para el uso del 5G pero que no son específicos de esta tecnología. El segundo se refiere a los grandes casos de uso que, para que se desarrollen y contribuyan decisivamente a la reducción de emisiones, requieren unas condiciones regulatorias y de mercado que los faciliten.

### El 5G y la salud

Aunque la quinta generación de telefonía móvil tiene en la mejora de la salud uno de sus principales aportaciones y beneficios, paradójicamente, el 5G ha sido objeto de una gran parte de los bulos difundidos sobre sus supuestos efectos nocivos en la salud de las personas y su "responsabilidad" en la propagación del coronavirus.

Las teorías conspirativas acerca de que el 5G es perjudicial para la salud son muy anteriores a la aparición de la covid-19, pero se han incrementado con la llegada de la pandemia. La quinta generación de telefonía móvil no es peligrosa, o al menos no más que otras redes de comunicación y dispositivos utilizados desde hace décadas. Que el despliegue de la red 5G no supondrá un aumento en el riesgo para la salud de las personas ha sido la conclusión del Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (Ccars), en España, tras evaluar las evidencias científicas disponibles hasta la fecha.

En un informe titulado "5G y salud", el grupo independiente de investigadores médicos, físicos e ingenieros —coordinado por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT)— aseguró que "la población en general puede estar tranquila sobre las supuestas implicaciones que la radiofrecuencia emitida por esta tecnología podrían tener para la salud". ●

## Glosario

**Backhaul:** En una red de telecomunicaciones estructurada de forma jerárquica, el backhaul comprende los enlaces intermedios entre la red central, o red troncal, y las pequeñas subredes situadas en el "borde" de toda la red jerárquica.

**Computación en la nube:** Es la transferencia de procesos y datos a internet o una red compartida, en lugar de tenerlos almacenados en un gadget. La tecnología de "la nube" permite a los teléfonos correr aplicaciones que no están en el gadget sino en internet, siempre que exista una buena conexión de wi-fi.

**Edge computing:** tecnología de computación que permite que los datos recogidos por los dispositivos, por ejemplo en la IoT, se procesen más cerca de donde se crean en lugar de enviarlos a los centros de datos o a la nube. De esta forma se agiliza el flujo de tráfico desde dispositivos IoT y proporcionar análisis de datos locales en tiempo real.

**eMBB (enhance Mobiel Broad band) Servicios de acceso a internet de Banda ancha móvil** que ofrecen una alta velocidad y capacidad, similares a las que pueden ofrecer redes fijas como la fibra óptica.

**Espectro radioeléctrico:** es el medio por el cual se transmiten las frecuencias de ondas de radio electromagnéticas que permiten las telecomunicaciones (radio, televisión, Internet, telefonía móvil, televisión digital terrestre, etc.). Al tratarse un bien de dominio público escaso es el Estado el encargado de su administración que cede bajo licencias a los diferentes operadores que pujan por diferentes bandas de frecuencias para ofrecer sus servicios a los usuarios y empresas.

**GSMA** es la asociación que aglutina a los operadores y compañías relacionadas con el sector mobile. Su función

es dar apoyo para la estandarización, implementación y promoción del sistema de telefonía móvil GSM. Dispone de más de 1.100 socios, de los cuales 800 serían operadores. La GSMA también es la encargada de realizar eventos como el Mobile World Congress de Barcelona.

**M<sub>2</sub>M (Machine-to-Machine):** toda comunicación realizada entre máquinas, sea esta cualquier dispositivo electrónico, robots, drones, automóvil, máquinas dispensadoras, electrodomésticos, motores, etc. En definitiva cualquier conexión que nos se realice de forma directa por un humano.

**Resolución xK:** La tecnología xK -en la actualidad va ya por 8K- es una mejora de la resolución de la imagen que integran los televisores, la cual es capaz de cuadruplicar la resolución que ofrece la Alta Definición.

**RFID (Radio Frequency Identification)** es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores. Se encuentra dentro de las tecnologías denominadas Auto ID (automatic identification) y su uso fundamental es transmitir la identidad de un objeto, similar a un número de serie único, mediante ondas de radio.

**Smart cities:** La «ciudad inteligente» es un modelo de desarrollo urbano basado en la digitalización de servicios tanto públicos como privados con el objetivo de conseguir un entorno lo más eficiente y sostenible posible.

**Slicing network:** La segmentación o corte de red es un tipo de arquitectura virtual consistente en la partición de la red en elementos virtuales que pueden conectarse de extremo a extremo. Esta se basa en los mismos principios que se las redes definidas por software (SDN) y la virtualización de funciones de red (NFV) en redes fijas.



○ Más de 128.000  
puntos de  
conectividad.

○ Infraestructuras  
y servicios de  
telecomunicaciones.

○ Infraestructuras  
de difusión  
audiovisual.

○ Smart cities,  
Internet of Things  
y Redes de Seguridad.

**cellnex**  
driving telecom connectivity