

# 5G y Wi-Fi 6, dos nuevas tecnologías inalámbricas

José Manuel Huidobro



*Revista Digital de ACTA*

*2019*

Publicación patrocinada por



ACTA representa en CEDRO los intereses de los autores científico-técnicos y académicos. Ser socio de ACTA es gratuito.

Solicite su adhesión en [acta@acta.es](mailto:acta@acta.es)

## **5G y Wi-Fi 6, dos nuevas tecnologías inalámbricas**

© 2019, José Manuel Huidobro

© 2019, 

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Se autorizan los enlaces a este artículo.

*ACTA no se hace responsable de las opiniones personales reflejadas en este artículo.*

## INTRODUCCIÓN

Este artículo describe, desde un punto de vista tecnológico y de sus aplicaciones, los dos nuevos estándares que se empiezan a utilizar para las comunicaciones inalámbricas; por una parte, el llamado 5G, o última generación para comunicaciones móviles celulares, y por otra, el Wi-Fi 6, para comunicaciones inalámbricas o sin hilos, dentro de recintos limitados.

En la actualidad coexisten tres tipos de licencias de sistemas de telefonía celular para uso general basadas en diferentes tecnologías; son los llamados sistemas de 2ª generación (GSM), 3ª generación (UMTS) y 4ª Generación (LTE). El nuevo sistema, del que se habla y se están realizando pruebas piloto, es el 5G, que ya se ha implantado comercialmente en Corea del Sur aunque de forma limitada, y que en España se espera su introducción para el próximo año, en 2020, una vez que se hayan adjudicado las licencias correspondientes, finalizado las pruebas satisfactoriamente y se empiecen a comercializar terminales móviles compatibles con el nuevo estándar.

Por otra parte, en entornos reducidos, en interiores de edificios o espacios públicos, donde las soluciones inalámbricas, tipo Wi-Fi, son las más convenientes para el acceso a Internet, se espera la introducción de un nuevo estándar, el llamado Wi-Fi 6, la última generación que acaba de lanzarse recientemente al mercado.



Figura 1. Tecnología inalámbrica.

Muy pronto, estas dos nuevas generaciones de tecnologías sin hilos sustituirán a las actuales, por las ventajas que presentan, aunque durante algún tiempo coexistirán unas con otras.

## TELEFONÍA MÓVIL DE 3ª GENERACIÓN (UMTS)

El sistema de comunicaciones móviles de tercera generación (3G) se desarrolló en un marco definido por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), con objeto de darle carácter universal, y de reemplazar a los sistemas de 2G, cuyo estándar más conocido es el GSM.

La tecnología 3G permite llevar de manera directa a los usuarios, además de voz y datos, imágenes, gráficos, comunicaciones de vídeo y otras informaciones multimedia. Se introduce el concepto de movilidad de los servicios, además de la movilidad del terminal y personal.

Esta generación evolucionó para integrar todos los servicios ofrecidos por las tecnologías anteriores, utilizando cualquier tipo de terminal, como es un teléfono inalámbrico o celular, tanto en un ámbito profesional como doméstico, ofreciendo una mayor calidad de los servicios y soportando la personalización por el usuario y los servicios multimedia móviles en tiempo real.

La velocidad de transferencia de datos especificada por la UIT iba desde los 144 kbit/s para vehículos a gran velocidad, hasta los 2 Mbit/s para terminales en interiores de edificios, pasando por 384 kbit/s para usuarios móviles en el extrarradio o vehículos a baja velocidad. Con su evolución, incorporando nuevas prestaciones, estas velocidades se han visto muy superadas.

Con las técnicas empleadas por la tecnología 3G, hoy en día es posible obtener velocidades máximas teóricas de entre 42 y 84 Mbit/s con latencias (retardo) por debajo de 50 ms. En sistemas comerciales reales, se consiguen velocidades de 28 Mbit/s y de 42 Mbit/s en sentido descendente, pero menos en sentido ascendente.

Los servicios de 3ª generación (3G) combinan el acceso móvil de alta velocidad con los servicios basados en Internet, pudiéndose además realizar múltiples conexiones simultáneamente desde un mismo terminal móvil.

Desde el punto de vista físico, la red UMTS se compone de dos elementos principales conectados por una interfaz estándar. Estos elementos son:

- UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*). Se compone de un Nodo B y un Controlador de la Red Radio (*Radio Network Controller, RNC*). Una novedad destacable es la existencia de un nuevo esquema de modulación: FDD (*Frequency Division Duplex*) y W-CDMA (*Wide Code Division Multiple Access*), que aporta una máxima eficiencia en diferentes condiciones de utilización. Cada portadora emplea 5 MHz de ancho de banda.
- El Núcleo de Red (*Core Network*), que soporta dos opciones de implementación: Arquitectura basada en ATM y Arquitectura Independiente del Transporte y multimedia.

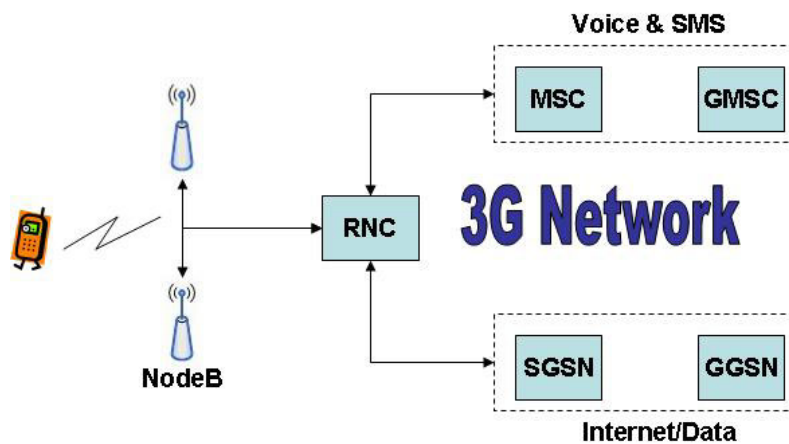


Figura 2. Estructura de una red 3G.

## SISTEMAS DE 4ª GENERACIÓN

LTE (*Long Term Evolution*) es la tecnología que todos los operadores, fabricantes, ISP, etc., han adoptado para el despliegue de la 4ª Generación de móviles. De acuerdo con la UIT, las redes de 4G son capaces de proporcionar velocidades de datos de bajada de 100 Mbit/s y hasta 1 Gbit/s en algunas circunstancias, en ambientes exteriores (móviles) e interiores (fijos), respectivamente. Asimismo, las redes 4G ofrecen calidad de servicio (QoS) y alta seguridad extremo a extremo (E2E); ofrecen cualquier tipo de servicio en cualquier momento y en cualquier lugar, con interoperabilidad entre ellos.



Figura 3. 4G (4ª Generación de móviles).

El que toda, o una gran parte de la industria haya apostado por LTE no supone que no haya habido tecnologías paralelas como ocurrió con UMTS y CDMA, pero finalmente fue LTE el que se impuso definitivamente. La tecnología LTE utiliza MIMO, un sistema de múltiples antenas que minimiza los errores de datos y mejora la velocidad; también, utiliza OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), un esquema de modulación multiportadora altamente eficiente que soporta transmisiones multimedia.

La evolución hacia LTE es atractiva para muchos operadores porque reduce el Capex y el Opex, comparados con el de las redes 3G actuales, ya que su infraestructura es mucho más simple. En este intento por reducir el Capex y Opex, otra solución es la compartición de redes móviles, bien de forma activa o pasiva, algo que habitualmente hacen los diversos operadores.

La solución basada en el *IP Multimedia Subsystem* (IMS), definida por el 3GPP, es el método más adecuado para satisfacer las expectativas de los consumidores en cuanto a calidad del servicio, fiabilidad y disponibilidad para llevar a cabo la transición de los actuales servicios de telefonía por conmutación de circuitos a los servicios de LTE sobre IP. Este planteamiento posibilita la convergencia de servicios, ya que IMS es capaz de dar servicio, simultáneamente, a redes fijas de banda ancha y a redes móviles.

## SISTEMAS DE 5ª GENERACIÓN

5G es la tecnología móvil de banda ancha de más impacto en estos momentos y, en todo el mundo, tanto los operadores como los fabricantes, están adoptando medidas para su lanzamiento, ahora en fase de pruebas, y que se espera sea lanzado, en 2020, de forma comercial en varios países, entre ellos España con un despliegue masivo hasta 2025, aunque algunos operadores, como SK Telecom, TK y LG Uplus (Corea del Sur), Verizon, (EE. UU) y Swisscom (Suiza) se hayan adelantado y lo hayan hecho en abril de este año.



Figura 4. 5G (5ª Generación de móviles).

La tecnología 5G se presenta como la sucesora de la generación 4G. Ha sido construida sobre las bases ya asentadas por el 4G LTE ya configurado, manteniendo las funciones de sus predecesoras en cuanto a llamadas y navegación por Internet, y mensajería instantánea, con la ventaja de que la conexión será mucho más rápida, navegando hasta unos nada desdeñables Gbit/s. Si, por ejemplo, con la tecnología 4G tardábamos unos cinco o seis minutos en descargar una película de dos horas de duración, ahora con la tecnología 5G ese tiempo se reduce a unos 15 o 20 segundos, siendo veinte veces más rápida.

Además de su alto grado de rendimiento, esta tecnología mejora el nivel de latencia (el tiempo que pasa desde que damos una orden hasta que dicha orden se cumple) de forma notable. Y, es que, la tecnología 5G está pensada para administrar todos los tipos de tráfico con latencia extremadamente baja, inferior a 10 ms, siendo de esta forma esencial para alimentar tecnologías portátiles, dispositivos domésticos o coches autónomos. En este sentido, se espera que la latencia pueda descender, en el futuro, por debajo de un milisegundo.

Eso significa que las redes 5G reducirán al máximo el tiempo de retraso entre los dispositivos y los servidores con los que éstos se comunican. En el caso de los automóviles que se conducen de forma autónoma, esta tecnología supondrá una comunicación sin, prácticamente, interrupciones entre el coche, otros vehículos, sensores externos y centros de datos para el control. También, esta baja latencia resulta esencial para los videojuegos, en donde se requiere una respuesta inmediata a los comandos, el Internet de las Cosas (IoT), (como opuesto al "Internet de las personas"), para interconectar múltiples sensores y otros dispositivos, y la realidad aumentada, en combinación con la inteligencia artificial.

En lugar de reemplazar por completo a la 3G y la 4G, la tecnología 5G complementará a estas otras, de manera que, en edificios y zonas muy concurridas, esta tecnología innovadora proporcionará una mayor velocidad; sin embargo, cuando esto no sea necesario, 4G, o incluso 3G, será la alternativa, al menos durante un tiempo determinado.



Figura 5. Coexistencia de la Red 5G, con 4G y 3G.

Probablemente, en los próximos meses veremos un despliegue progresivo de las redes 5G, con la instalación de nuevas antenas, añadidas a las que actualmente existen o la renovación de éstas. Por eso, hasta el año 2020 no está previsto que llegue el 5G a algunas zonas de las grandes ciudades. Pero la difusión masiva de esta red puede tardar bastante, sobre todo para cubrir las pequeñas ciudades, las zonas rurales y otras de difícil acceso. Además, para ello es necesario que estén disponibles las nuevas frecuencias que se requieren y que ahora se están utilizando para otros servicios, como es la emisión TDT.

## CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE 5G

La tecnología 5G se caracteriza por las siguientes especificaciones:

- Una tasa de datos de hasta 10 Gbit/s de 10 a 100 veces mejor que las redes 4G y 4,5G
- Latencia de 1 a 10 milisegundos
- Una banda ancha 1.000 veces más rápida por unidad de área
- Hasta 100 dispositivos más conectados por unidad de área en comparación con las redes 4G LTE)
- Disponibilidad del 99,999%
- Cobertura del 100%
- Reducción del 90% en el consumo de energía de la red
- Hasta 10 años de duración de la batería en los dispositivos IoT (Internet de las Cosas) de baja potencia

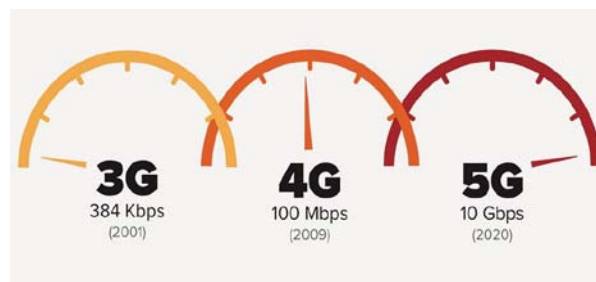


Figura 6. Comparativa de velocidades.

Además del aumento de la velocidad, el descenso de la latencia es la clave en la tecnología 5G. Teniendo en cuenta lo anterior, la principal mejora de la 5G de redes móviles, no es solo el aumento de velocidad, sino el descenso de la latencia, que bajará de los 10 milisegundos; por lo tanto, tecnologías que requieren una respuesta rápida, como la conducción autónoma de automóviles, el telecontrol de robots industriales y drones o la cirugía, pasará a ser una realidad.

## Bandas que utilizará la red 5G en España

Para entender mejor que es la red 5G, debemos conocer que las redes móviles utilizan bandas adjudicadas por el Ministerio de Economía y Empresa, que en el caso de esta tecnología serán las de 700 MHz (694-790 MHz, el 2º Dividendo Digital, y que actualmente está ocupada parcialmente por las emisiones de Televisión Digital Terrestre), 1,5 GHz (1.452-1.492 MHz), 3,5 GHz (3.300-3.800 MHz) y 26 GHz. Estas serán las bandas definitivas y será importante, a la hora de comprar un móvil 5G, saber si las soporta, pues así sabremos si son compatibles en nuestro país. Las bandas identificadas para ofrecer 5G, son:

- 700 MHz: la velocidad mínima garantizada será de 100 Mbit/s. Con conectividad estable y confiable, debido a su gran alcance en distancias largas y en zonas donde haya muchas paredes, pues las ondas electromagnéticas de radio, cuanto más baja es su frecuencia, presentan mayor alcance y penetración. Ofrece un alto rendimiento en zonas interiores y poco pobladas.

- 1,5 GHz y 3,5 GHz: cobertura principal dedicada a zonas urbanas. Gracias al uso de *Smart-cells*, se ofrecerán velocidades comprendidas entre 1 y 3 Gbit/s. Son las más indicadas para el despliegue en ciudades inteligentes y conectadas, con la llegada de nuevos dispositivos, ya sean coches autónomos y conectados u otros.
- 26 GHz: presenta una cobertura de menor alcance, pero debido al gran ancho de banda ofrece velocidades que podrían llegar hasta los 10 Gbit/s. Se usará en lugares con gran afluencia de personas, como aeropuertos, estaciones de tren, estadios deportivos, centros comerciales, etc.

Algunas de estas bandas han sido ya adjudicadas y otras están pendiente de subastarse, pujando los distintos operadores por ellas. El Ministerio de Economía y Empresa ha dispuesto un paquete de medidas para favorecer el desarrollo de la tecnología 5G en España, entre ellas está la convocatoria de ayudas públicas por 36 M€ para la puesta en marcha de proyectos piloto y soluciones tecnológicas innovadoras basadas en 5G, de las que ya se han beneficiado Telefónica y Vodafone.

## WI-FI 6. SISTEMA DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

La mayoría de nosotros utilizamos, a diario, la tecnología inalámbrica Wi-Fi para conectarnos a Internet, en casa, en la oficina o en lugares públicos, tanto es así que mucha gente asocia, y a veces confunde, Internet con Wi-Fi. También es cierto que hacemos uso de la 3G, 4G o, en un futuro cercano, de 5G, para ello, pero, normalmente, siempre y cuando no dispongamos de un acceso de alta velocidad inalámbrico, como es Wi-Fi en sus distintas versiones.

Una conexión Wi-Fi es fácil de instalar y de ampliar, mediante puntos de acceso, y parece que todo son ventajas, aunque también hay alguna desventaja en cuanto a seguridad si no se toman las debidas precauciones, muy simples de aplicar.

Además de que una red Wi-Fi puede emplearse para dar acceso a una conexión a Internet –que normalmente llega por cable o fibra óptica–, ampliando su alcance, también se emplea para conectar dispositivos dentro del hogar u oficina, con la ventaja de no necesitar cables para transmitir datos o archivos de cualquier tipo.

Otra de sus ventajas es que elimina el límite de conexiones, ya que a diferencia de los puertos Ethernet, que admiten un único dispositivo por puerto (un router estándar suele disponer de cuatro), una red Wi-Fi permite conectar múltiples ordenadores y otros dispositivos, tales como impresoras, cámaras de fotos, smartphones, etc., algo a lo que nos hemos acostumbrado y que hacemos de manera natural, pero que hace dos décadas era más un deseo que una realidad.

En cuanto al alcance de una red Wi-Fi, dependerá de las antenas y repetidores. Las conexiones domésticas a través del router que suelen facilitar las operadoras de telefonía alcanzan de 25 a 50 metros, pero con dispositivos profesionales, o mejores antenas, es posible llegar a los 300 metros de distancia, e incluso más.

## EL NUEVO ESTÁNDAR WI-FI 6

La tecnología Wi-Fi, o estándar IEEE 802.11, aparecido en 1999, ha ido cambiando con los años, mejorando el protocolo para que transmita más información en menos tiempo y ofrezcan mayor seguridad. El protocolo 802.11ac, lanzado en 2014, permite enviar una película en cuestión de segundos y con Wi-Fi 6 (802.11ax) la versión más reciente hasta la fecha, que verá la luz definitiva esta año, se tendrá un mejor comportamiento en áreas de alta congestión, mayor rendimiento y velocidades de hasta 11 Gbit/s, con lo que en poco más de dos segundos se podrá transmitir el contenido de un Blu-Ray.



Al objeto de simplificación, la Wi-Fi Alliance acaba de presentar los nuevos nombres para ayudar a la industria y a los usuarios de Wi-Fi para entender las generaciones utilizadas. Bajo esta nueva consigna, las tres versiones más recientes, son:

- Wi-Fi 4, que reemplaza a 802.11n
- Wi-Fi 5, que reemplaza a 802.11ac
- Wi-Fi 6, que reemplaza a 802.11ax



Figura 7. Logos de Wi-Fi 4, 5 y 6, los nuevos nombres comerciales para el Wi-Fi.

Wi-Fi 6 usa la generación más reciente de normas WLAN IEEE 802.11, lo que significa que las tecnologías Wi-Fi 6 son la norma para interoperar fácilmente con versiones anteriores de Wi-Fi. Es compatible con protocolos anteriores, es decir, conecta dispositivos de generaciones anteriores, pero para poder contar con las ventajas y avances del nuevo estándar inalámbrico se requiere que tanto el equipo emisor como el receptor sean compatibles con Wi-Fi 6.

Todos los productos con conectividad Wi-Fi, como teléfonos inteligentes o routers, llevarán estos nuevos nombres. Sin embargo, las versiones anteriores mantendrán sus nombres dado que ya no son muy usadas o están poco presentes en el mercado.

Este estándar ofrece una velocidad superior de descarga y una latencia menor, lo que significa una experiencia de conexión mucho más rápida y fluida que la que se obtiene con el estándar actual, lo que es algo muy importante para aquellos usuarios que consumen mucho contenido en línea o en *streaming*.



Figura 8. Router inalámbrico Wi-Fi 6.

La tecnología que utiliza es OFDMA, que es la versión multiusuario de la conocida OFDM, multiplexación por división de frecuencias ortogonales. OFDMA hace es que cuando los dispositivos se conectan a una red Wi-Fi, el ancho de banda del canal se subdivide, consiguiendo una menor latencia y mejor eficiencia, pues hasta el Wi-Fi 5, cuando nuestro router enviaba información a un dispositivo, se hacía uso de todo el ancho de banda disponible del canal.

La seguridad en las redes Wi-Fi es algo que no se puede tomar a la ligera. WPA2, el estándar actual, es bastante seguro, pero no inquebrantable, y eso ha quedado demostrado en algunas ocasiones, aunque lo peor es que lleva mucho tiempo entre nosotros, por lo que es necesaria una renovación, y ahí es donde entra en juego el nuevo protocolo WPA3, que incorpora Wi-Fi 6.

WPA3 es un protocolo más seguro porque ofrece un mejor cifrado, así que incluso aunque las contraseñas sean "sencillas", serán más seguras; por otro lado, es mucho más fácil de configurar para otros dispositivos, por ejemplo, podremos conectar equipos a través de códigos QR, algo que hará los procesos mucho más rápidos.

### Características técnicas de 802.11AX

El protocolo IEEE 802.11ax incorpora nuevas tecnologías, aunque sus especificaciones finales no estarán terminadas hasta finales de este año 2019.

Sus principales características son:

- Puede operar tanto en la frecuencia de 2,4 GHz como de 5 GHz. Al contrario que el 802.11ac o Wi-Fi 5 que solo trabaja en la banda de 5 GHz.
- Utiliza los canales de 20, 40, 80 y 160 (80-80) MHz.
- Alcanza hasta los 10 Gbit/s de velocidad
- Modulación 1024 QAM
- Técnica de acceso OFDMA
- MU-MIMO bidireccional y Color BSS
- Target Wake Time (TWT)

Veamos a continuación que es cada una de estas características:

#### 1024 QAM

802.11ax es la primera tecnología inalámbrica comercial capaz de alcanzar velocidades en el rango de Gbit/s con una sola antena en un solo flujo (*stream*), gracias a que tiene una modulación 1024 QAM.

QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) consiste en enviar 2 señales desfasadas 90° que tienen la misma frecuencia dentro del mismo canal. La tecnología QAM es una forma de modulación digital donde la información está contenida tanto en la amplitud como en la fase de la señal transmitida. En nuestro caso, el número 1024 en una emisión de radio indica el número de combinaciones de tamaño y fase que puede tener cada señal individual.

## QAM – 256 to 1024

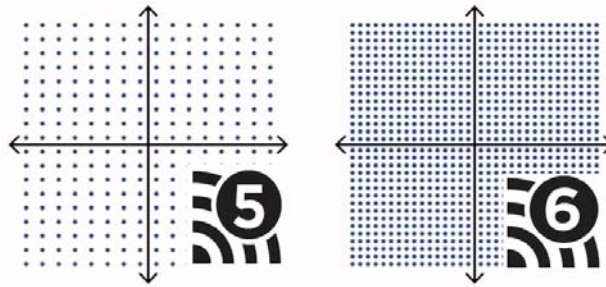


Figura 9. Diferencia entre la modulación de Wi-Fi 5 y Wi-Fi 6.

### OFDMA

OFDMA (*Orthogonal Frequency-Division Multiple Access*) es una tecnología que incrementa la cantidad de datos que se puede enviar y recibir de forma simultánea con Wi-Fi 6, al subdividir los canales de comunicación.

Hasta ahora, dentro de los canales de 20 MHz, había que utilizar las mismas asignaciones de espectro en 2,4 GHz y 5 GHz. Ahora Wi-Fi 6 subdivide el espacio de frecuencia en 256 subcanales, 4 veces más que los 64 subcanales utilizados anteriormente. Esto significa mucha menor latencia y una mayor granularidad del ancho de banda entre el punto de acceso y los clientes.

### MU-MIMO

MU-MIMO (*Multi-User-Multiple Input/Multiple output*) se creó para admitir entornos en los que varios usuarios intentan acceder a la red inalámbrica al mismo tiempo. Tecnología ya utilizada en estándares anteriores, resulta esencial en Wi-Fi 6 para alcanzar la consistencia en el flujo de datos dirigido a muchos usuarios. Ahora es, además, bidireccional, contando con *Downlink* y *Uplink*.

En entornos con alta densidad de dispositivos y conexiones, reducir las interferencias que hacen que la eficiencia del flujo de datos se reduzca, también se ha tenido en cuenta en el estándar Wi-Fi 6. Para esas situaciones se ha usado "BSS color", que es, simplemente, una información extra que viaja en cada dato que se envía por la red y que identifica desde que señal Wi-Fi se envió el dato. En una ubicación multired se asignan "colores" diferentes a cada una, de manera que su identificación sea más sencilla. Así, cuando los puntos de acceso (AP) detectan una trama 802.11ax, comprueban el bit de color del BSS (*Basic Service Set*) y toman decisiones para evitar interferencias. El número asignado (color) puede variar entre 0 y 7.

### TWT

El cuarto pilar sobre el que se construye Wi-Fi 6 es de los más importantes, pues afecta a la autonomía de los dispositivos que van a estar conectados a la red inalámbrica. De esa mejora se encarga la tecnología *Target Wake Time* (TWT), que permite una mayor eficiencia en el gasto de energía y, por tanto, un menor consumo y una mayor duración de las baterías de nuestros dispositivos móviles. Es una tecnología pensada para ahorrar batería en los dispositivos.

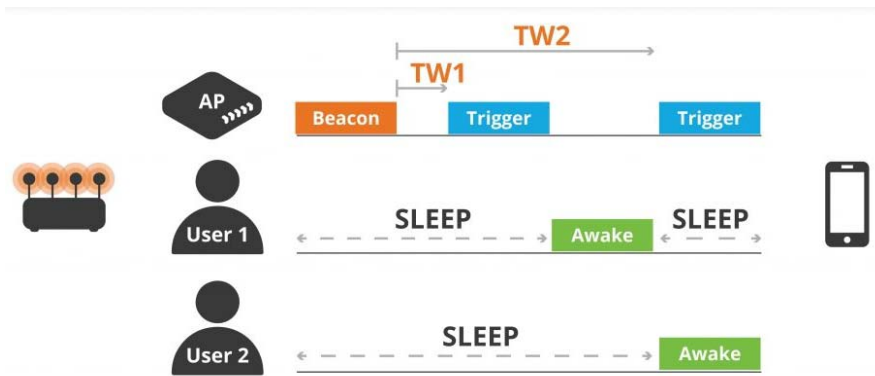


Figura 10. Funcionamiento de TWT.

Como se ha comentado, Wi-Fi 6 ofrecerá el protocolo de seguridad WPA3, que reemplazará al WPA2, y otorgará una capa de protección contra los ataques de fuerza bruta.

### Las ventajas de Wi-Fi 6

¿Cuáles son las ventajas que aporta esta nueva tecnología con respecto a los otros estándares que hasta ahora veníamos empleando, con los que es compatible, y por qué va a ser clave para el desarrollo pleno del 5G?

De manera simplificada, podemos señalar que las ventajas de Wi-Fi 6 son:

- Con Wi-Fi 6 disminuye la latencia y proporciona una experiencia muy superior en aplicaciones como *streaming*, videollamadas, tareas de escritorio compartido, etc.
- La velocidad de datos se incrementa y pasa de los 7 Gbit/s de Wi-Fi 5 a los 10 Gbit/s que proporciona Wi-Fi 6, manteniendo el rendimiento en entornos congestionados.
- Permite un uso simultáneo de las bandas 2,4 GHz y 5 GHz, (Wi-Fi 5 utiliza solo 5 GHz) lo que repercutirá en una conexión de múltiples dispositivos (hasta 255), un aspecto clave para el desarrollo de IoT, o su aplicación en hogares y lugares de trabajo.
- Gracias a su modulación 1024-QAM el ancho de banda de Wi-Fi 6 responde mejor en escenarios de alta densidad de información y cuadruplica las posibilidades de Wi-Fi 5.
- Menor consumo eléctrico gracias a TWT, una técnica que reduce el consumo, al permitir que los routers fijen los tiempos y la frecuencia de "chequeo" con los dispositivos.
- Wi-Fi 6 soporta el protocolo WPA3, lo que hace más segura la conexión inalámbrica.

Desde el punto de vista de los usuarios, una de las ventajas más significativas es su capacidad para simultanear la conexión de diversos dispositivos, sin que por ello se reduzca la velocidad o la calidad de la conexión.

Desde el punto de vista de las empresas, este nuevo estándar va a ser indispensable para la transformación digital, así como de la implantación de tecnologías como el 5G o Internet de las Cosas. Gracias a este nuevo estándar, van a ser mucho más productivas y operativas.

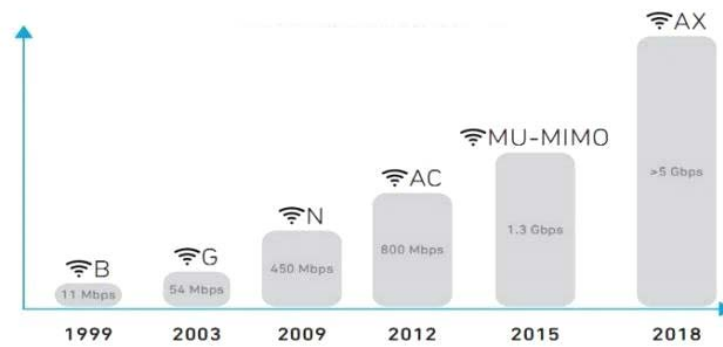


Figura 11. Evolución de Wi-Fi.

## CONCLUSIÓN

La implantación de la tecnología 5G facilitará la prestación de servicios que requieran gran ancho de banda en movilidad y dará un impulso a las aplicaciones del Internet de las Cosas, como el coche conectado, el transporte inteligente o la digitalización del entorno rural. Además, será esencial para aplicaciones de videojuegos, robótica y telemedicina, entre otras.

Sucesora del actual 4G, el principal avance de la quinta generación de tecnología móvil celular será un espectacular aumento de rendimiento con velocidades teóricas de transferencia de datos en bajada de 10 Gbit/s. Una gran mejora frente a lo que ofrece el actual 4G-LTE y un rendimiento que supera al de las redes Wi-Fi 4 y 5, e incluso superaría a muchas redes cableadas actuales.

La otra característica básica de la 5G es su baja latencia. Para ello se hace necesario la disminución del tamaño de las celdas, situando multitud de estaciones base, en lo que se denominan sistemas ultra-densos; de esta manera, siempre tendremos una estación base muy cerca para permitirnos transmitir y recibir datos a gran velocidad y con un bajo consumo de energía.



Figura 12. 5G versus Wi-Fi 6.

El Wi-Fi es un tipo de conexión inalámbrica creado por la Wi-Fi Alliance. Esta conexión va evolucionando a medida que los dispositivos se vuelven más complejos y requieren que las conexiones evolucionen con ellos para aportar mayor velocidad, menor retardo y mejor seguridad. Actualmente, el estándar global de Wi-Fi es el 802.11ac, denominado como Wi-Fi 5 y que ese encuentra vigente desde 2014, pero el nuevo, que veremos implementado muy pronto, es el que se conoce como Wi-Fi 6. En cuanto a la seguridad, Wi-Fi 6 incorporará WPA3.

El protocolo Wi-Fi 6 (802.11ax) traerá importantes novedades. Está específicamente diseñado para entornos públicos de alta densidad y con una alta demanda de ancho de banda, como medios de transporte, centros comerciales, oficinas, centros públicos, recintos deportivos, edificios con redes saturadas, etc. En los próximos años, por sus características tendrá un papel muy destacado en el IoT (Internet de las cosas) y lo que se ha llamado "las ciudades conectadas".



Figura 13. Wi-Fi 6, la última generación.

El problema del Wi-Fi es que necesita tener detrás una conexión de máxima velocidad para ofrecer el mayor rendimiento. En España la red de fibra FTTH no es un problema ya que es la tecnología mayoritaria en nuestro país (en España tenemos la ventaja de contar con la red de fibra óptica más amplia de Europa), con casi nueve millones de usuarios (según el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, alrededor del 70% de la población en España tiene acceso a la red de fibra óptica FTTH, que vienen a ser unos 17 millones de hogares); sin embargo, en otras partes del mundo van mucho más retrasados con esta cuestión, y siguen utilizando el ADSL.

¿Cuál será el futuro de las conexiones inalámbricas? ¿Wi-Fi 6 o 5G? Pues dependerá de las circunstancias, pero lo cierto es que ambas tecnologías coexistirán y se complementarán. Sea como fuere, las redes Wi-Fi permiten el acceso de cualquier aparato o dispositivo electrónico a Internet, pues son fáciles, simples y baratas y aportan gran velocidad; por el contrario, las redes celulares 5G, junto con el IoT, revolucionarán las redes de datos, pero son más complejas y la tecnología radio a incorporar en los terminales más costosa, lo que juega en contra de ella.

A los clientes, realmente, no les interesa la Wi-Fi de próxima generación o la "próxima G". El consumidor, simplemente, quiere la mejor conexión a Internet, en cualquier lugar, en cualquier momento y al precio más asequible. Esta es la forma en que todos, ya sean proveedores de servicios móviles, de terminales y puntos de acceso o proveedores de servicios de Internet, deben pensar para ofrecer el mejor servicio a su amplia base de suscriptores. La clave es imaginar que 5G y Wi-Fi 6 trabajen juntos para implementar la mejor solución, en lugar de competir uno contra el otro.

El tiempo dirá, pero lo más seguro es que ambas tecnologías, 5G y Wi-Fi 6, convivan, tengan sus áreas específicas de aplicación, evolucionen con el tiempo para ofrecer mayores prestaciones de la manera más eficiente y satisfacer las necesidades de los usuarios, cada día más exigentes.