

# banda ancha en movilidad

## UMTS vs WI-FI



Por Daniel Almodóvar Herráiz  
Departamento de Nuevas Tecnologías de Acceso  
Vodafone España - Vodafone Group R&D

La comparación entre el sistema de telecomunicaciones de tercera generación UMTS y las tecnologías WLAN (estándares 802.11 del IEEE) aparece con frecuencia en los medios y debates del sector, con opiniones y conclusiones dispares. En este artículo se tratará de analizar de la forma más completa posible, siempre desde el punto de vista de prestación de un servicio público de telecomunicaciones móviles, es decir, dejando de lado el uso de WLAN para redes privadas de área local para el que la tecnología fue originalmente diseñada.

Lo primero que habría que señalar es que no es una comparación del todo correcta, en el sentido de que UMTS define una red completa con todos sus nodos, interfaces y mecanismos asociados (para gestionar aspectos tales como autenticación de usuarios,

autorización de servicios, numeración, provisioning, accounting, seguridad, movilidad, QoS, etc.), mientras que WLAN define solo un pequeño subconjunto de todo eso. En concreto, como se puede apreciar en la **Figura 1**, respecto a la pila de protocolos, las especificaciones IEEE 802.11 cubren solo las capas PHY y MAC, y, respecto a la topología de red, se ocupan solamente del interfaz radio entre el terminal de usuario y el primer punto de anclaje a la red de acceso (llamado Access Point, en el modo de funcionamiento “infraestructura” de WLAN).

Por tanto, la tecnología WLAN en sí misma no aporta ninguna red o sistema de telecomunicaciones. La red que va junto con un acceso WLAN es siempre una red IP, es decir, aquella basada en el protocolo IP y que hace uso de los mecanismos IETF, tales como

Radius, PPP, OSPF, IPSec, MPLS, DiffServ, SIP, MobileIP, etc. La comparación correcta sería, entonces, entre lo que es alcanzable por la red UMTS y lo que es alcanzable por una red IP que incluya un acceso WLAN, en términos de experiencia de usuario, servicios disponibles, gestión de las llamadas, seguridad, movilidad, QoS, etc. Esta visión de conjunto es algo que muchas veces no se tiene en cuenta, realizando comparaciones simplistas reducidas exclusivamente a la velocidad de los bits en el interfaz radio o el coste de una “estación base”.

Aunque existe una clara convergencia de los sistemas de telecomunicaciones hacia “todo-IP” y de hecho, dentro de 3GPP (el organismo que estandariza UMTS) se están introduciendo muchos mecanismos del mundo IP (p.e. SIP y Diameter en el





IMS, transporte IP en el core network, etc.), a día de hoy todavía son redes diferentes, y desde el punto de vista de servicios móviles de telecomunicaciones, existen ciertas ventajas a favor de los “tradicionales” sistemas como UMTS respecto a las redes “todo-IP” construidas a base de mecanismos IETF e IEEE. Parte de estas ventajas están relacionadas con las diferencias entre el modelo europeo y el americano a la hora de realizar la estandarización. El modelo europeo (CEPT, 3GPP) trata de definir el sistema en su conjunto, teniendo en cuenta la relación entre todas las partes, mientras que el modelo americano (FCC, IEEE, IETF) se basa en definir piezas separadas que luego hay que integrar, a veces a base de parches. Por contra, este último es más dinámico en incorporar nuevos avances en investigación (p.e. nuevas técnicas radio como OFDM o UWB) y

más rápido en sacar productos al mercado, aunque correspondan solo a una parte de la red completa, como es el caso de Wi-Fi.

Los aspectos en los que se podría decir que la red UMTS es superior a una red “todo-IP” alternativa que incluya radio WLAN serían: los servicios de tiempo real, la gestión de la movilidad, el control de llamadas, la seguridad, la cobertura global, el espectro con licencia y los terminales.

A pesar de que el core network de circuitos, como el que UMTS hereda de GSM, es más ineficiente en el transporte que un core IP y eventualmente tenderá a desaparecer, supone a día de hoy una garantía para la prestación de servicios de tiempo real como la videoconferencia o la voz. En la redes IP estos servicios necesitan una serie de mecanismos de QoS (como DiffServ) que aunque ya existen, precisan de

una gestión y mantenimiento que todavía está en un fase inmadura de implantación. Por otra parte, en el tramo radio, o sea, justamente en la parte WLAN, no existe tampoco una QoS que permita servicios en tiempo real. El sistema 802.11 original, basado en un método de contención similar a Ethernet, solo proporciona un “best-effort” que es inadecuado para los requisitos de ancho de banda garantizado, delay y jitter de servicios como la voz o el video. Actualmente solo hay algunos mecanismos propietarios para tratar este problema y la solución estándar, a manos de la nueva especificación 802.11e, no llegará hasta el 2005. Además, los servicios en tiempo real sobre WLAN, ya sean de banda estrecha, como la voz, o de banda ancha, como el video, tienen otros problemas serios que resolver, siendo uno de ellos la movilidad entre celdas o

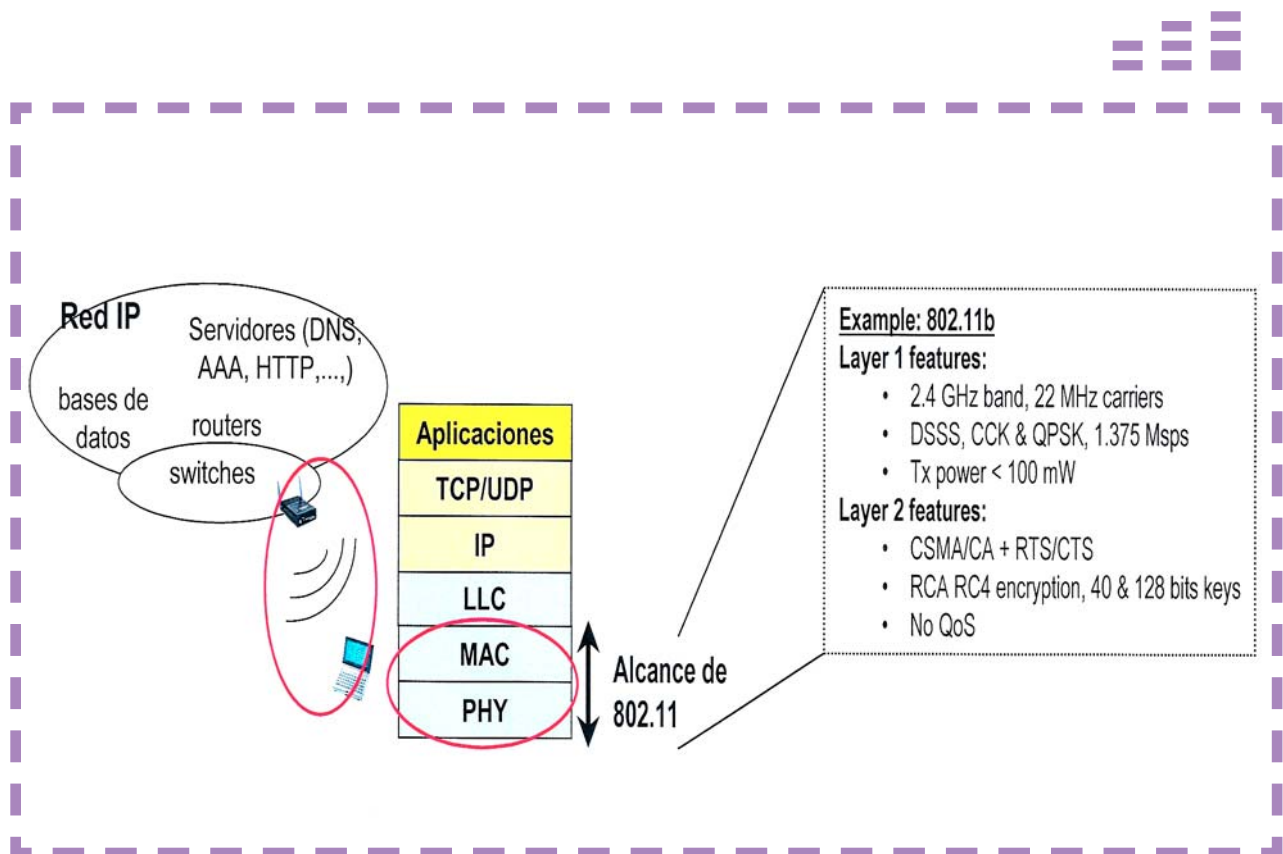


FIGURA 1. Esquema de WLAN





**FIGURA 2. Diversos terminales UMTS**

“micromovilidad”, descrita en el siguiente párrafo.

El sistema UMTS tiene unos mecanismos de micromovilidad intrínsecos: por un lado, el handover en tiempo real entre celdas para las comunicaciones de circuitos (voz, video), similar al de GSM, y, por otro lado, la reelección de celda para comunicaciones de datos, similar a la de GPRS. En cambio, la tecnología WLAN no contempla ningún procedimiento optimizado de cambio de celda (o Access Point). Esta es una de sus limitaciones más serias, para la que sólo existen de momento algunos parches propietarios de fabricantes y un proyecto de futura especificación, 802.11r, todavía en sus primeras fases.

Siguiendo con el tema de multimedia en tiempo real (voz, video), el sistema UMTS tiene también unos mecanismos propios de gestión de

llamadas y un sistema de numeración telefónica basado en los MSISDN (los números de móvil por todos conocidos), mientras que los sistemas IP se basan en direcciones IP o URIs (p.e. jlopez@vodafone.com) y en protocolos tales como los estándares H.323 y SIP, o algunos propietarios como el SCCP (Skinny Client Control Protocol) de Cisco. Aunque estos sistemas ya existen y constituyen probablemente el futuro (como manifiesta la existencia del IMS - IP Multimedia Subsystem - en la red UMTS) todavía les queda algún tiempo para su madurez completa, ya que de hecho muchos de sus actuales avances consisten simplemente en replicar con éxito los procedimientos básicos de control de llamadas que ya están disponibles desde hace años en los sistemas de telecomunicaciones móviles de voz.

La seguridad en la transmisión

radio, que afecta tanto a voz y video como a datos, es uno de los problemas de WLAN que más difusión ha tenido en prensa. Las debilidades de la funcionalidad original WEP son bastante conocidas, aunque ya existe una mejora con WPA (Wi-Fi Protected Access), parte adelantada del futuro estándar de IEEE 802.11i. En cualquier caso, es muy probable que un protocolo de capa superior, como IPSec, se siga empleando de todas formas, especialmente en accesos remotos desde lugares públicos. Además, mientras que las redes móviles GSM y UMTS cuentan con un mecanismo robusto y popular de identidad de usuario para autenticación, acceso a la red y protección de fraude, como son las tarjetas SIM y sus protocolos asociados, las redes IP con WLAN tienen a día de hoy unos mecanismos de identidad y autenticación que, aunque pueden alcanzar niveles



de seguridad semejantes, están menos consolidados o son menos prácticos, además de no existir uno dominante (p.e. usuario/contraseña, certificados digitales, tokens, etc.).

Los terminales UMTS son una evolución de los terminales móviles de GSM/GPRS y se espera una gran oferta de formatos y diseños, como los mostrados en la **Figura 2**. Por otra parte, además de los teléfonos, también existen tarjetas PCMCIA disponibles para PDAs o portátiles (y quizá en el futuro incorporadas en las placas base). Muchos operadores móviles, incluido Vodafone, lanzaron en una primera fase el servicio 3G para este tipo de tarjetas de datos, antes de lanzarlo en dispositivos más parecidos a los tradicionales teléfonos. En cambio, los terminales WLAN van mucho más ligados a los dispositivos de datos, tales como PDAs o portátiles, esperándose una penetración mucho menor en terminales móviles, de forma que la disponibilidad y diversidad serán muy inferiores.

La red UMTS, con sus tecnologías de acceso radio, está diseñada para proporcionar una cobertura celular global, y además tiene el soporte complementario de la red GSM/GPRS en aquellas zonas donde las estaciones 3G no se hayan desplegado. Las tecnologías WLAN, en cambio, están concebidas para una cobertura reducida, y no se puede pensar en un servicio celular global haciendo uso de ellas. La cobertura WLAN, como ya se manifiesta en la actualidad, es dispersa y está construida a base de islas o hot-spots, tales como aeropuertos, hoteles, centros de congresos, cafés, etc.

Finalmente, un gran inconveniente del acceso radio WLAN frente a los accesos radio presentes en la red UMTS es el hecho de que el espectro no es licenciado y por tanto no tiene ninguna garantía o protección legal frente a interferencias (además de que la calidad de servicio nunca se podrá asegurar al 100%). En la banda de 2.4 GHz, la única disponible en España hasta el momento, la interferencia

puede venir de otros sistemas WLAN, de equipos Bluetooth (cada vez más frecuentes), de hornos microondas (p.e. los de cafeterías públicas o de oficinas) y de otros equipos industriales, científicos o médicos. El método de protección habitual consiste en que el propietario del recinto controle qué instalaciones se realizan y trate de minimizar esas fuentes de interferencia, sin embargo esto no es válido frente a los dispositivos portátiles Bluetooth o los de WLAN en modo ad-hoc, o frente a la cobertura WLAN desde el exterior mediante antenas directivas, ya sea con fines maliciosos (jamming) o con fines de prestación de servicio, y esta práctica no sería ilegal salvo que se estableciera una regulación por encima que la prohibiese y persiguiese.

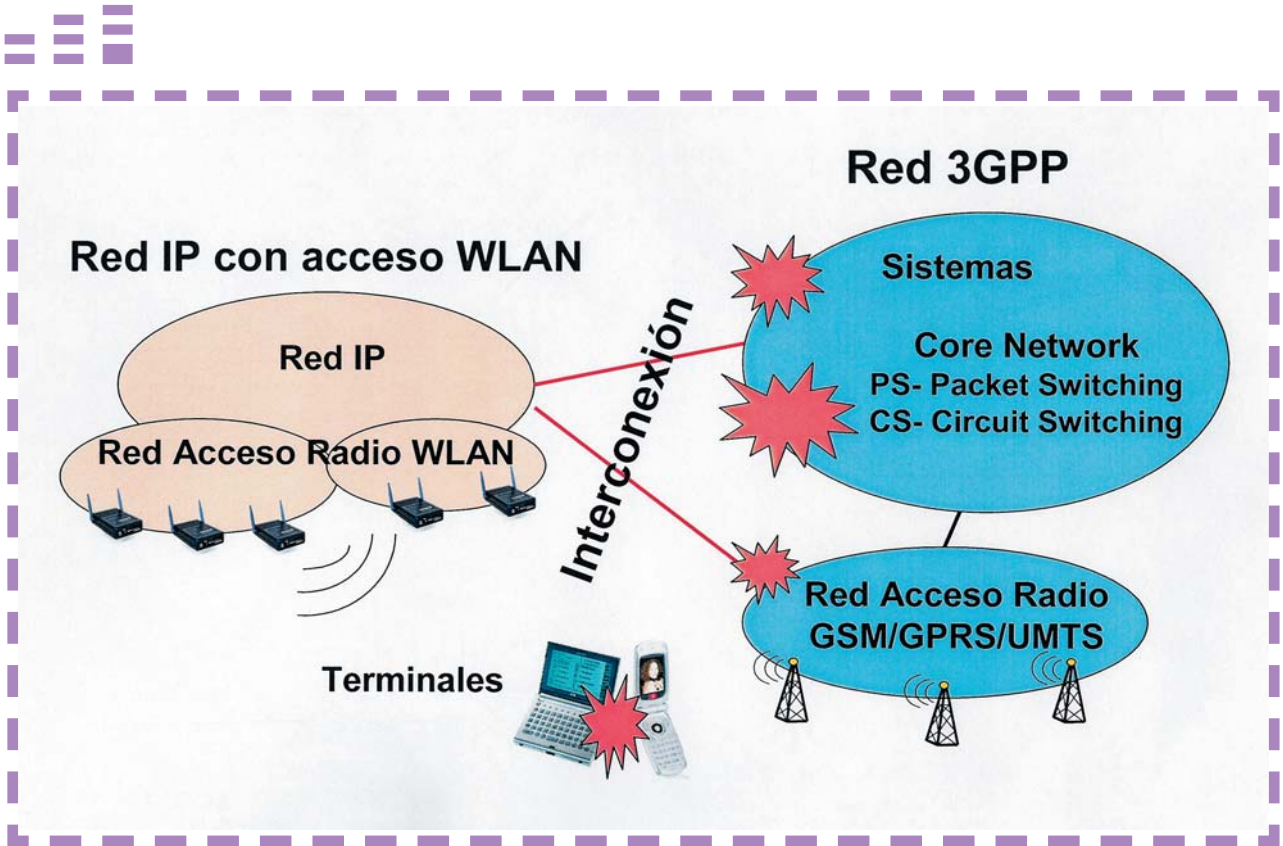
Todas estas limitaciones de una red IP con acceso WLAN frente a una red tradicional de telecomunicaciones se han visto contrastadas de alguna forma en el mercado, por el hecho de que ninguna oferta comercial basada exclusivamente en un servicio WLAN ha tenido éxito hasta ahora. De hecho, es ya una opinión generalizada que WLAN por sí solo no puede sostener un negocio de servicio público de comunicaciones y necesitaría el complemento de un operador móvil ya existente, con su marca, su red comercial y logística, su base de clientes y sus sistemas asociados de provisioning, autenticación, facturación, atención al cliente, etc. Prácticamente se puede decir que el debate entre UMTS y WLAN como competidores ha finalizado, quedando claro que ambos pueden ser complementarios, tal y como se desarrolla en los siguientes párrafos.

De nuevo, puesto que WLAN es solo una pequeña parte de una red completa, habría que precisar que lo que es complementario desde el punto de vista técnico son las características radio de las tecnologías 802.11 con las de los accesos radio existentes en UMTS. WLAN puede aportar, como se ha dicho antes, un acceso radio de mayor capacidad para un alcance más

reducido. Además, se puede aprovechar que ya existen productos disponibles y que ya existen instalaciones realizadas en espacios públicos, que serían por tanto reutilizables.

Respecto a la capacidad radio, sí que es cierto que las tecnologías WLAN pueden proporcionar mayores throughputs a los usuarios que UMTS. Sin embargo, con frecuencia las comparaciones no se hacen de manera estricta y a veces hace falta rebajar los valores que se citan. Además, hay que ser cuidadoso al hablar de capacidad y saber si el valor dado se refiere al máximo de pico que puede obtener un solo usuario o al promedio de una celda cargada, y también de qué capa se trata, dado que no son lo mismo los Mbps en la capa física que en la capa de aplicación (payload útil de usuario). Por ejemplo, se suelen comparar los valores de capacidad por celda de 2Mbps de UMTS con los 11 Mbps de Wi-Fi (802.11b), pero aparte de que en el segundo caso la celda es de menor tamaño, no se suele mencionar que el valor de 11Mbps corresponde a la capa física y se queda reducido a poco más de 5 Mbps en capa IP por el propio funcionamiento de la tecnología, y que Wi-Fi hace uso de una portadora de 22 MHz frente a los 10 MHz de UMTS (5 ascendente + 5 descendente), o sea emplea más recursos de espectro. Por tanto, el orden de magnitud en diferencia de capacidad o más propiamente, de eficiencia espectral, no es tanto como a veces se ha representado. Para los estándares 802.11g (banda de 2.4 GHz) y 802.11a (banda de 5GHz) estos valores sí que son más favorables, dado que ofrecen 54 Mbps en capa física (que se quedarían en algo más de 30 Mbps en capa 3) y que hacen uso de una técnica radio más avanzada y eficiente espectralmente, como es OFDM, la cual todavía no se ha introducido en 3GPP (aunque está en estudio). Por otra parte, UMTS tiene ya previstas mejoras de capacidad, como la funcionalidad HSDPA, que permitirá llegar hasta unos 5 Mbps por celda, suficiente para un buen número de servicios





**FIGURA 3. Interconexión de la Red IP con acceso WLAN con la Red 3GPP**

de banda ancha en movilidad. Otra cosa que no se suele tener en cuenta es que el cuello de botella de una instalación WLAN no está en la capacidad radio, sino en la de la transmisión de acceso que la une a la red IP exterior. Actualmente, la mayoría de los hot-spots públicos WLAN están conectados mediante un enlace de 2 Mbps al exterior (p.e. un enlace ADSL). Esto quiere decir que, por mucho que haya Access Points de 11 Mbps o 54 Mbps, el verdadero throughput por usuario es simplemente el de 2 Mbps dividido entre todos los usuarios activos que haya en todo el hot-spot. Esto es así debido a que, por definición, en un hot-spot público prácticamente todo el tráfico es saliente o entrante entre los clientes y servidores externos (corporativos o de Internet), y por tanto atravesará necesariamente ese enlace de transmisión. Evidentemente, los

proveedores de WLAN irán dimensionando en el futuro este enlace a medida que crezca la demanda, aunque esta transmisión de acceso tiene en general un coste bastante elevado.

En cualquier caso, volviendo al tema del punto anterior, está claro que WLAN no es un sustituto de UMTS, sino un complemento, y por tanto, está en el interés de los operadores móviles poder utilizarlo allí donde aporte valor. De hecho, los procedimientos para ello ya están en proceso de estandarización en los organismos correspondientes de la comunicad móvil tales como 3GPP (3rd Generation Partnership Project) o GSM-A (GSM Association). Además, son ya muchos los operadores móviles, incluido Vodafone, que ofrecen comercialmente un servicio público de WLAN en determinados emplazamientos (aeropuertos, cadenas de hoteles, etc.).

3GPP ha definido un modelo de integración de las tecnologías WLAN con las redes móviles que se basa, como muestra la **Figura 3**, en la interconexión de la actual red 3G con una red IP que contenga WLAN. Este modelo es muy flexible ya que permite, por un lado, el aprovechamiento de redes de acceso de terceros (p.e. Wireless ISPs con los que se firma un SLA - Service Level Agreement) y por otro, puede habilitar no solo la integración de WLAN sino de cualquier otra tecnología de acceso radio que funcione por debajo de IP, tal como Bluetooth, HiperLAN2, WiMax, etc.

Al mismo tiempo, 3GPP ha dispuesto 6 niveles diferentes de complejidad o "escenarios" para esa interconexión, que, de menos a más, ofrecen una experiencia de usuario cada vez más mejorada. La **Tabla 1** resume sus principales características.




Hasta que se finalicen los estándares y se fabriquen los productos 100% compatibles con ellos, existen implementaciones pre-estándar o propietarias que pueden llegar a alcanzar experiencias de usuario satisfactorias en cada uno de los niveles. Por ejemplo, el “handover” entre WLAN y UMTS/GPRS aparece frecuentemente en prensa en los últimos tiempos y correspondería a un escenario 3GPP 4 ó 5 en función de su velocidad y grado de transparencia para el usuario.

Actualmente, prácticamente todos los operadores móviles que ofrecen servicio WLAN lo hacen siguiendo un escenario 2, en el sentido de que solo se ocupan de la autenticación, autorización y *accounting*, mientras que el tráfico de usuario marcha por la red IP+WLAN, la cual puede pertenecer a un tercero, como por ejemplo un WISP (o Wireless ISP). Aunque 3GPP no ha finalizado la estandarización de este

escenario, GSM-A se ha encargado de definir unas recomendaciones para este *roaming* desde el lado de los operadores móviles, y Wi-Fi Alliance lo ha hecho desde el lado de las redes WLAN. Este *roaming* se basa en señalización Radius y el impacto en la red móvil es pequeño, ya que solo se necesita un servidor Radius, un servidor web y algunos cambios en los sistemas de mediación y facturación. Hoy en día, el método de autenticación más popular es el de una OTP (*One Time Password*) enviada al teléfono móvil a través de SMS, pero en un plazo corto de tiempo se pasará a la autenticación basada en la tarjeta SIM, que podrá estar alojada en un PCMCIA combinada WLAN/GPRS/UMTS, en un lector USB externo o en el propio teléfono móvil. Vodafone ofrece ya un servicio de estas características en varios países, como parte de su oferta de Mobile Connect Card que incluye los

accesos GPRS, UMTS y WLAN, y que permite la conexión a Internet o la conexión corporativa remota desde cualquier emplazamiento donde esté disponible cualquiera de estos accesos.

En el futuro, los operadores móviles pueden decidir avanzar hacia un escenario de 3GPP superior, es decir, hacia un mayor grado de integración con WLAN, siempre que se añada valor para el cliente y se superen algunos de las incertidumbres actuales de estas tecnologías. De hecho, desde el punto de vista técnico, el panorama más previsible para el futuro es aquel en que las redes o sistemas de comunicaciones serán multi-acceso, de forma que el usuario alcanzará los servicios a través del mejor acceso posible y se moverá transparentemente entre uno y otro acceso (WLAN, UMTS, GPRS, WiMax, etc.) 



Escenario del 3GPP	Descripción	Fecha de disponibilidad del estándar
1	La red IP+WLAN y la red UMTS/GPRS son completamente independientes, salvo para facturas y atención al cliente.	No precisa cambios en las especificaciones actuales
2	La autenticación, autorización y <i>accounting</i> pasan a ser controladas por la red UMTS/GPRS. El tráfico de usuario y los servicios siguen siendo proporcionados por la red IP+WLAN.	Formará parte de 3GPP Release 6, a finales del 2004.
3	El tráfico de usuario se trasporta hasta la red UMTS/GPRS. El usuario tiene acceso a los servicios 3G de datos desde WLAN, p.e. a SMS, MMS, IM (Instant Messaging) o a todos aquellos basados en el IMS.	Formará parte de 3GPP Release 6, a finales del 2004.
4	El usuario puede moverse desde el acceso WLAN al UMTS/GPRS y viceversa, manteniendo la sesión activa de datos, aunque el cambio puede ser perceptible.	Formará parte de 3GPP Release 7, a principios del 2006.
5	El usuario puede moverse desde el acceso WLAN al UMTS/GPRS y viceversa, manteniendo la sesión activa de datos, y además el cambio es “seamless” o imperceptible, p.e. se hace en tiempo real, sin ningún retardo.	Formará parte de 3GPP Release 7, a principios del 2006.
6	Se añade el acceso de WLAN al core network de circuitos de UMTS/GSM, de forma que se puedan heredar sus prestaciones y servicios para tiempo real.	No está previsto de momento en ninguna Release de 3GPP, aunque esto podría cambiar pronto

**TABLA 1. Principales características de 3GPP**

