



ACCESO MÓVIL NO LICENCIADO: EL FUTURO DE LAS TECNOLOGÍAS 2.5G

Unlicensed Mobile Access: The future of 2.5G technologies

Carlos Rincón Castro
Universidad del Zulia - Venezuela
crincon@luz.edu.ve

Aurely Leal Lozano
Universidad del Zulia - Venezuela
auleal@luz.edu.ve

Jenny Pantoja Blyde
Universidad del Zulia - Venezuela
jpantojal@luz.edu.ve

RESUMEN

En la actualidad, las tecnologías utilizadas para implementar redes celulares tienen como principal característica el aumento en la tasa de transmisión de datos, como consecuencia de la necesidad de ofrecer servicios de voz, datos y multimedia (triple play). Sin embargo, la mayoría de las redes celulares utilizadas alrededor del mundo están basadas en tecnologías 2.5G, las cuales tienen como restricción la velocidad de transmisión de datos. Las empresas operadoras están en la búsqueda de aplicaciones que permitan a las redes 2.5G ofrecer servicios atractivos a los usuarios, aumentando la vida útil de la infraestructura de red. El Acceso Móvil No Licenciado (UMA) es la utilización del espectro ofrecido por redes inalámbricas (IEEE 802.11 y otras) para conectar al abonado con el operador, utilizando tecnología de voz sobre IP con el objetivo de minimizar el costo asociado a la interconexión y ofrecer una mayor cobertura. El propósito del presente trabajo consistió en analizar las ventajas y desventajas de la tecnología UMA, y disertar sobre su futura implementación en las redes 2.5G.

Palabras Clave: Acceso Móvil No Licenciado, Redes Celulares, Tecnología 2.5G

ABSTRACT

Today, technologies used to deploy cellular networks have as main feature the increase of data transmission rate, due the need to offer voice, data and multimedia services (triple play). However, most part of cellular networks used around the world are based on 2.5G technologies, which have as restriction the data transmission speed. Service Providers are searching for applications that allow 2.5G networks to offer attractive service to users, increasing the life of the network infrastructure. Unlicensed Mobile Access (UMA) is the use of Wi-Fi network spectrum (IEEE 802.11 and others) to connect the user with the service provider, using VoIP technology to minimize the interconnection cost and to offer a wider range. The purpose of the



present work is to analyze the advantages and disadvantages of UMA technology and to dissert about its future deployment on 2.5G networks.

Key Words: Unlicensed Mobile Access, 2.5G technologies.

MOTIVACIÓN

Las redes celulares pueden ser consideradas en la actualidad como uno de los desarrollos tecnológicos más importantes logrados por la humanidad en el último siglo. Esta aseveración se realiza como resultado del análisis económico - tecnológico del impacto de estas redes en el desarrollo de la sociedad. Desde el punto de vista económico, solamente en Venezuela, la telefonía celular fue uno de los sectores de la economía que más creció en el año 2005 (CONATEL, 2006). Este comportamiento se mantiene en la mayoría de las economías a nivel mundial. Desde el punto de vista tecnológico, las redes celulares ofrecen servicios de voz, datos y multimedia desde un dispositivo portátil, lo que permite a los usuarios realizar sus actividades prácticamente desde cualquier parte del mundo.

Sin embargo, al igual que todo avance tecnológico las redes celulares sufren del problema de la obsolescencia, el cual surge como consecuencia de la necesidad de ofrecer más y mejores servicios a los usuarios. En la actualidad se encuentran en la etapa de implementación de la tercera generación, las cuales ofrecen servicios de voz, datos y multimedia a través de un espectro licenciado, mediante una tasa de transferencia de datos que va desde los 384 Kbps hasta los 2 Mbps, aunque en la práctica la tasa de transferencia se encuentra cercana a los 100 Kbps (McKnight y Lehr, 2003).

A pesar que las redes celulares se encuentran en la 3ª generación, la mayoría de las mismas actualmente implementadas están basadas en las tecnologías 2.5G (GSM - EDGE y GPRS, CDMA 1X, entre otras), las cuales solo ofrecen la velocidad de transmisión necesaria para aplicaciones de voz y algunas aplicaciones para la transmisión de datos (limitadas). La velocidad ofrecida por estas tecnologías no permite la ejecución efectiva de aplicaciones multimedia de alta demanda, lo que se traduce en un inconveniente tecnológico que va en contra de la vida útil de estas.

El impacto económico y tecnológico que implica para las operadoras de telefonía celular el cambio de plataforma, ha llevado a la búsqueda de nuevas aplicaciones que permitan a las redes 2.5G, considerando las limitantes asociadas a la velocidad de transmisión.

El acceso móvil no licenciado (UMA), surge como una aplicación que permite a un móvil basado en tecnología 2.5G, conectarse a su operador a través de el espectro no licenciado ofrecido por las tecnologías inalámbricas como Wi-Fi y BLUETOOTH, utilizando tecnología de voz sobre ip (VoIP) para las aplicaciones de voz. UMA es auspiciado por Alcatel, AT& T Wireless Services, Inc., BT PLC, Cingular Wireless LLC, Ericsson AB, Kineto Wireless Inc., Motorola, Inc., Nokia,



Nortel Networks, Inc., O2, Rogers Wireless Inc., Siemens AG, Sony Ericsson, T-Mobile USA, entre otros (Unlicensed Mobile Access Consortium, 2004).

Las tecnologías Wi-Fi y la voz sobre IP, son campos de las ciencias de la computación que actualmente sirven para ofrecer una gama de nuevos servicios que van desde el acceso a redes de datos de forma inalámbrica a altas velocidades (108Mbps), hasta aplicaciones para difusión de audio y video en tiempo real a través de redes sin calidad de servicio.

El propósito de la presente investigación, consistió en realizar un análisis comparativo de las ventajas y desventajas que ofrece la tecnología de acceso móvil no licenciado (UMA), y presentar una disertación sobre la futura implementación de esta tecnología en las redes 2.5G.

ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE

Fundamentos Teóricos

La base teórica de toda investigación es el fundamento para la generación de conocimiento y la formulación de conclusiones y aportes relevantes. Es por ello, que se definen algunos términos asociados con la investigación:

a) Redes Celulares:

Según IEC (2006), un sistema de comunicación móvil celular es aquel que utiliza un gran número de transmisores inalámbricos de bajo poder para crear las áreas geográficas de cobertura del servicio denominadas celdas. El uso de transmisores inalámbricos de bajo poder permite al proveedor de servicio dimensionar la red acorde a la demanda.

Los componentes básicos de una red celular son (IEC, 2006):

- Unidad móvil del suscriptor (mobile subscriber unit - MSU): dispositivo portátil que utiliza el usuario para establecer una comunicación de voz o datos.
- Estación base, torre y antenas (cell site with antenna system): ubicación física de los equipos de radio que proveen la cobertura en una celda. Incluye la fuente de poder, los equipos de interfaz, los transmisores y receptores de radio frecuencias así como las antenas.
- Oficina de conmutación de teléfonos móviles (Mobile Telephone Switching Office - MTSO): ubicación de los equipos que permiten la interconexión de los usuarios de la telefonía celular. Lleva la información sobre la utilización del servicio de cada usuario del sistema y encamina las llamadas de los usuarios a otras operadoras.



- Red de telefonía pública conmutada (Public Switched Telephone Network - PSTN): son el conjunto de redes de otros operadores a los cuales los usuarios se pueden interconectar.

b) Evolución de las redes celulares:

La historia de las redes celulares se ha dividido en generaciones que han marcado un cambio tecnológico significativo para este tipo de redes. Estas generaciones son:

- Primera Generación (Tanenbaum, 1997): son las redes celulares basadas en tecnologías de acceso análogas, como el sistema de telefonía móvil avanzado (Advanced Mobile Phone System - AMPS) entre otros. Las principales características de esta generación son la imposibilidad de utilizar las redes para aplicaciones diferentes a las de voz (no soporta aplicaciones de datos) y su baja seguridad.

- Segunda Generación (Tanenbaum, 1997): son las redes celulares basadas en tecnologías de acceso digitales, como el IS-54 - IS-135 (acceso múltiple por división de tiempo - Time Division Multiple Access - TDMA), el IS - 95 (acceso múltiple por división de código - Code Division Multiple Access - CDMA) y el sistema global para comunicaciones móviles (Global System For Mobile Communications - GSM). Las principales características de esta generación son la capacidad de soportar aplicaciones de voz y datos (a velocidades inferiores a 14.4 Kbps) y el aumento en el nivel de seguridad. Una mejora a esta generación se tradujo en las redes 2.5G (GSM - EDGE o GPRS, CDMA 1X, entre otras), las cuales entre otras características, ofrecen una mayor velocidad de transmisión para las aplicaciones de datos (153 Kbps teóricos).

- Tercera Generación: son las redes celulares basadas en tecnologías de acceso digitales con una alta tasa de transferencia de datos (desde 384 Kbps hasta 2Mbps) (McKnight y Lehr, 2003). Entre las tecnologías de tercera generación implementadas se tienen EvDO, UMTS, entre otros. La característica principal de esta generación es su capacidad de ofrecer servicios de voz, datos y multimedia (triple play).

Algunos autores hacen referencia a la cuarta generación de sistemas celulares, la cual por no estar completamente definida y por no ser parte de la investigación, se omite del punto sobre la historia de las redes celulares.

c) Wi-Fi:

McKnight y Lehr (2003), definen Wi-Fi como el nombre popular de los estándares IEEE 802.11, las cuales definen las normas para implementar una red de área local ethernet utilizando radiofrecuencia (medio inalámbrico). Utilizan las frecuencias del espectro ISM (Industrial, Scientific and Medical) establecidas en los rangos de 2.4 GHz y 5 GHz.



Su velocidad varía dependiendo de la versión que se utilice: Hay múltiples versiones de la norma 802.11, pero las tres principales son:

- 802.11a: Esta tecnología utiliza la banda no licenciada de 5.8 GHz y ofrece una velocidad máxima de datos de 54 Mbps.
- 802.11b: La tecnología Wi-Fi más disponible de todas en cuanto a dispositivos y hot spots desplegados. 802.11b soporta velocidades máximas de datos de 11 Mbps. 802.11b comparte la banda no licenciada de 2.4 GHz con una gran cantidad de tecnologías diversas, entre las cuales se encuentran Bluetooth, teléfonos inalámbricos, hornos microondas y 802.11g.
- 802.11g: utiliza la banda de 2.4 GHz y ofrece velocidades máximas de 54 Mbps. Las arquitecturas de interconexión de las redes de área local inalámbricas (Wireless Local Area Networks - WLAN) son:
 - **Infraestructura:** utiliza un dispositivo intermedio denominado unidad de acceso portátil (Portable Access Unit - PAU), para interconectar las diferentes estaciones inalámbricas. Esta arquitectura tiene un rango de cobertura de 50 a 100 metros.
 - **Ad Hoc:** es aquella que se forma mediante la conexión directa de 2   más estaciones inalámbricas de los usuarios. Su rango es de 10 a 20 metros como consecuencia del consumo de energía de los equipos portátiles.

Para McKnight y Lehr (2003), las tecnologías de tercera generación y Wi-Fi presentan las siguientes similitudes y diferencias:

Similitudes:

- *Son Inalámbricas:* las dos tecnologías utilizan el espectro radioeléctrico (licenciado en el caso de 3G y no licenciado en el caso de Wi-Fi), para establecer la comunicación.
- *Son Tecnologías de Acceso:* tanto 3G como Wi-Fi son utilizadas como tecnología de acceso de última milla para soluciones alámbricas. Mientras Wi-Fi ofrece unos cuantos metros desde el punto de acceso inalámbrico hasta las estaciones inalámbricas, 3G ofrece unos cuantos kilómetros desde el punto de acceso inalámbrico hasta las estaciones inalámbricas.
- *Ofrecen servicios de datos de Banda Ancha:* Wi-Fi y 3G ofrecen una capacidad de canal suficiente para lograr servicios triple play. En el caso de Wi-Fi la capacidad de canal estandarizada es de hasta 54 Mbps (20+ Mbps en la práctica), mientras que para los servicios 3G la capacidad de canal es de hasta 2048+ Mbps (en la práctica unos cientos de Kbps).

Diferencias:

- **Modelo/Implementación de Negocio Actual:** Las tecnologías 3G están basadas en el modelo de servicios de telecomunicaciones, en el cual los operadores poseen y administran su propia infraestructura (incluyendo el espectro) y venden servicios utilizando esta infraestructura. Por su parte el modelo Wi-Fi se fundamenta en las redes de área local (modelo de datos), el cual se basa en la idea de vender un dispositivo con funcionalidades específicas a los clientes, para que éstos utilicen todo los servicios que provee el equipo de forma gratuita.
- **Políticas y Administración del Espectro:** Mientras Wi-Fi utiliza el espectro no licenciado (bandas ISM), las tecnologías de 3G utilizan el espectro licenciado, lo que afecta directamente el costo del servicio prestado, la calidad de servicio del mismo y la infraestructura del proveedor de servicio.
- **Estatus de implementación:** A pesar que las tecnologías de telefonía celular de 2G y 2.5G son ampliamente utilizadas alrededor del mundo, la implementación de las tecnologías de 3G ha sido lenta, debido principalmente al costo de las licencias para el espectro 3G, la escasez de dispositivos móviles 3G, entre otros.
- **Soporte de servicios de Voz:** en el caso de las tecnologías 3G, por ser la actualización de las tecnologías 2.5G de telefonía celular, tienen implícitas los servicios de voz, mientras que Wi-Fi, al ser una variante de las redes de datos de área local, permiten implementar soluciones de voz mediante VoIP.

| 3G vs WiFi. Síntesis de diferencias | | |
|-------------------------------------|--|---|
| | 3G | WiFi |
| Negocio | | |
| Modelo | Telecomunicaciones | Informática |
| Puesta en marcha | Coste muy alto (licencia + infraestructura) | Coste bajo |
| Espectro | | |
| Política y gestión | Con licencia | Sin licencia |
| Tecnología | | |
| Puesta en marcha | Poco progreso (Solo operando en Japón) | Gran base instalada (12 millones de accesos) |
| Servicios voz | Intrinsecos | Forzados (VOIP) |
| Estandarización | Estándares ya consensuados (WCDMA) | (1) Estándar 802.11x en evolución continua (2) Más de una tecnología de WLANs |
| Modelo de Negocio / servicio | Más desarrollada en los servicios existentes de telecomunicaciones | Más desarrollada en mercados <i>upstream</i> y en demanda equipos WiFi |

Figura 1. Similitudes y Diferencias entre 3G y Wi-Fi (McKnight y Lehr, 2003)



d) Voz sobre Ip (VoIP):

Consiste en la transmisión de voz (y posiblemente de otros datos multimedia) en tiempo real entre dos o más usuarios, a través de diferentes redes utilizando los protocolos de internet (Schulzrinne y Rosenberg, 1999). En la actualidad las principales implementaciones de VoIP utilizan el protocolo de transporte en tiempo real (Real-Time Transport Protocol RTP) y el protocolo de señalización SIP (protocolo de iniciación de sesión - Session Initiation Protocol).

Características de VoIP (Schulzrinne y Rosenberg, 1999):

- **Calidad Ajustable:** A pesar que la calidad de la telefonía por IP tiene una mala reputación, los nuevos sistemas tienen la capacidad de comprimir los datos considerando la capacidad del canal utilizado, o el tipo de información a transmitir.
- **Seguridad:** el protocolo de transporte RTP y el protocolo de señalización SIP ofrecen encriptamiento de los datos y de la información de control, lo que se traduce en un nivel efectivo de seguridad.
- **Identificación del Usuario:** el protocolo de transporte RTP soporta la identificación del emisor de una señal tanto para una configuración multicast como para una configuración punto a punto.
- **Interfaz del Usuario:** a diferencia de la telefonía convencional, la interfaz de las soluciones de VoIP son aplicaciones inteligentes que ofrecen a los usuarios una diversidad de opciones y características de valor agregado.
- **Multimedia:** tomando en consideración la capacidad del canal, los servicios de VoIP son utilizados para ofrecer aplicaciones de video llamadas.

Para Olrog, Kanter y Maguire (1999) VoIP es un término común referido a los diferentes protocolos que son utilizados para transportar en tiempo real voz y datos y la señalización necesaria para utilizar el protocolo de internet IP. H.323 es un estándar de la ITU para la comunicación en tiempo real de voz y video sobre redes de paquetes. En los últimos años H.323 se ha convertido en el estándar de VoIP en internet.

e) Acceso Móvil No Licenciado (Unlicensed Mobile Access - UMA) (InCode, 2006):

El acceso móvil no licenciado es una de las primeras iniciativas para estandarizar el salto (handover) transparente entre una red celular y una red inalámbrica de área local (WLAN), con la finalidad de ofrecer mayor cobertura y mejores servicios de valor agregado.

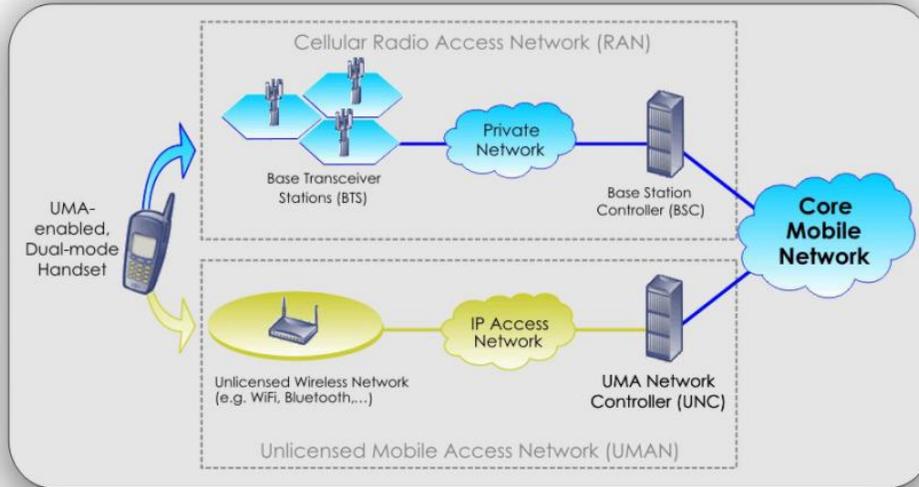


Figura 2. Acceso Móvil No Licenciado (InCode, 2006)

Historia de UMA

El esfuerzo de UMA fue iniciado por un grupo de proveedores de servicio y fabricantes en enero de 2004, con la finalidad de generar una solución estandarizada que permitiera el acceso al núcleo de una red GSM a través del espectro no licenciado. El grupo de desarrollo de UMA esta conformado por las principales empresas del área de las telecomunicaciones como Cingular, T-Mobile, BT, Kineto Wireless, Ericsson, Motorola y Nokia.

El objetivo principal del grupo de desarrollo de UMA consistió en desarrollar y publicar un conjunto de especificaciones técnicas para extender los servicios de las redes GSM/GPRS a las tecnologías basadas en el espectro no licenciado (incluyendo Bluetooth y WLAN/802.11), para lograr en un futuro cercano la aceptación del estándar por parte de las organizaciones mundiales de telecomunicaciones.

La solución UMA fue introducida por el grupo de especificación técnica del 3GPP a las redes de acceso GSM - EDGE en junio del 2004. Después de un rápido proceso, UMA fue estandarizado por la 3GPP con el nombre de acceso genérico a las interfaces (GAN) A/Gb y posteriormente fue ratificado en abril del 2005. El estándar UMA/GAN se encuentra especificado en el TS 43.318 del 3GPP, y forma parte del 3GPP versión 6.

Convergencia:

La convergencia es un concepto implícito en el modelo de UMA. Para InCode (2006), existen 3 tipos de convergencia:

- **Convergencia de Dispositivo:** un dispositivo debe estar en la capacidad de soportar múltiples métodos de acceso (CDMA, GSM, entre otros), en múltiples bandas (800, 900, 1800, 1900, entre otras). Además debe permitir la utilización de múltiples servicios/aplicaciones, reutilizando las mismas funciones para la autenticación de los usuarios.
- **Convergencia de Servicio:** es cuando los servicios ofrecidos al usuario final, son independientes del dispositivo que se utiliza y de la tecnología de acceso implementada.
- **Convergencia de la Red:** tiene como finalidad la eficiencia en los costos para el operador. Una arquitectura de red es utilizada para soportar diferentes tecnologías de acceso para ofrecer una mayor variedad de servicios a los usuarios.

En la actualidad, las redes celulares prestan sus servicios de voz, datos, sms, entre otros, a través de su red, la cual ofrece la opción de conectarse a internet. La idea de utilizar protocolos como H.323 y SIP permitiendo al usuario conectarse directamente a internet, tiene como principal ventaja la disminución de costos, sin embargo significa un cambio en el modelo de negocios que las empresas de telecomunicaciones no están dispuestas a dar (por los momentos). UMA ofrece a estas empresas seguir prestando el servicio de voz, datos, entre otros, a través de su red, pero ofrece la opción al usuario de utilizar redes no licenciadas (que le ofrezcan acceso a internet) para obtener, mediante VoIP, las mismas prestaciones.

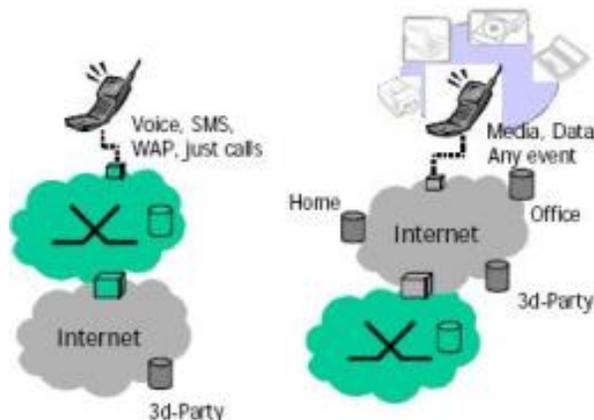


Figura 3. Presente y Futuro de la Redes Celulares (Olrog, Kanter y Maguire, 1999)

Beneficios de vincular GSM y Wi-Fi:

Para los operadores GSM, el mayor beneficio de agregar Wi-Fi a su oferta de servicios es la flexibilidad. Por ejemplo, muchos operadores GSM consideran a Wi-Fi un complemento para sus redes EDGE y GPRS. En áreas donde tanto GSM como Wi-Fi están disponibles, el operador tiene la flexibilidad de rutear el tráfico de



alto consumo de ancho de banda sobre la red Wi-Fi, liberando la red GSM para manejar aplicaciones de voz y datos que no requieren 1 Mbps o más.

Otro beneficio es que los clientes que obtienen un paquete de servicios por parte de un único proveedor tienen menos probabilidades de cambiar a otro proveedor. Como incentivo adicional, algunos operadores GSM envían a sus clientes una única factura mensual que incluye sus consumos de GSM y Wi-Fi.

Despliegue de Wi-Fi por parte de un operador GSM:

Los operadores móviles tienen dos opciones principales para ofrecer Wi-Fi. Pueden construir o comprar una red de hot spots o pueden asociarse con un operador Wi-Fi y revender su servicio. Algunos operadores GSM han utilizado ambas opciones para ofrecer a sus clientes el servicio Wi-Fi en la mayor cantidad de lugares posible.

Un tema clave es cómo el PDA o la laptop del cliente eligen entre la red GPRS y el hot spot Wi-Fi, especialmente cuando ambos servicios están disponibles en la misma área. La solución más popular es instalar un software en el dispositivo del cliente que detecta todas las redes disponibles y luego administra la conexión. Dependiendo del arreglo entre el operador GSM y el operador del hot spot, el software puede configurarse para otorgar preferencia a la red GPRS cuando ambas están disponibles y pasar a la red Wi-Fi sólo en áreas donde GPRS no esté disponible.

ALGUNOS ANTECEDENTES

El área de investigación UMA se encuentra actualmente en etapa de implementación, por lo que existen pocos antecedentes relacionados con la efectividad de esta tecnología; sin embargo, se presentan en este trabajo las principales investigaciones recopiladas por los autores relacionadas con el diseño y futuro de UMA:

a) A window on future Wireless Services, Networks and Terminals (Una ventana hacia el futuro de los servicios inalámbricos, redes y terminales) (Sentinelli, 2006):

En este trabajo, Sentinelli plantea el camino que seguirán las comunicaciones celulares en los próximos años. Especifica que desde el 2001 los usuarios de la telefonía celular superaron a los usuarios de telefonía fija, lo que obliga a los operadores a ofrecer un mejor servicio al menor costo posible. Concluye que los sistemas celulares deben ofrecer mayor capacidad de canal y mejores dispositivos móviles para poder atender las expectativas de los usuarios. Estas aseveraciones permiten plantear la obsolescencia de las redes 2.5G como un problema que a corto plazo comenzarán a sufrir la mayoría de los operadores celulares.



b) UMAs Role within Mobile Network Evolution (El rol de UMA en la evolución de las redes móviles) (InCode, 2006):

En este papel de trabajo la empresa InCode plantea su visión sobre el efecto que tendrá la tecnología UMA en la evolución de las redes celulares. Como conclusión, InCode plantea que la tecnología UMA puede sobrevivir a una evolución mayor de la red celular y perdurar en el tiempo mientras que existan las redes con núcleo GSM y las redes de voz basadas en conmutación de circuitos. Estas ideas permiten a los autores determinar que UMA potencia las funcionalidades de las redes 2.5G, lo cual se traduce en el incremento de la vida útil de este tipo de redes.

c) New UMA standard converges cellular with WLAN (El nuevo estándar UMA converge las redes celulares con las redes locales inalámbricas) (Thomas, 2004):

En este artículo Le Thomas presenta los conceptos fundamentales implícitos en la tecnología UMA (handoff transparente al usuario desde una red celular a una WLAN y viceversa, entre otros). Además plantea ciertas inquietudes, como la inclusión de la tecnología CDMA dentro de la especificación UMA que los desarrolladores de UMA no han respondido. Esta investigación permitió al autor determinar un problema fundamental de UMA: la inexistencia de soporte a las redes CDMA y por consecuencia la imposibilidad de aplicación de UMA a todas las redes 2.5G. Sin embargo es importante mencionar que los desarrolladores de UMA se encuentran resolviendo éste y otros problemas relacionados con la implementación de la tecnología desarrollada.

d) Wireless Internet Access: 3G vs. Wi-Fi (Acceso Inalámbrico a Internet: 3G vs. Redes de  rea Local Inalámbricas) (Lehra y McKnight):

En esta presente investigación, William Lehra y Lee W. McKnight presentan los aspectos técnicos de las tecnologías 3G y de las tecnologías Wi-Fi, además de realizar un análisis comparativo de estos mecanismos de acceso inalámbrico a internet. Como resultados, los investigadores sostienen que se espera que el Wi-Fi ofrezca cierta competencia a la 3G, por los bajos costes de entrada asociados a la instalación de redes Wi-Fi. La amenaza de esta competencia Wi-Fi es beneficiosa en las perspectivas de futuro para la última milla, y fomentaría mayor adopción de redes Wi-Fi por parte de operadores 3G, quienes la utilizarían como una estrategia defensiva. Estos resultados permiten al autor concluir que la utilización de Wi-Fi por parte de los operadores de telefonía celular será un hecho a corto plazo, lo que hace de UMA una tecnología que permanecerá por algún tiempo y que potenciar  a las redes que la utilicen.

Las reflexiones obtenidas de este estudio son: 1. Probablemente las dos tecnologías tengan éxito en el mercado y es de esperar, por tanto, la coexistencia de diferentes alternativas de acceso wireless. 2. Se espera que los proveedores 3G integren la tecnología Wi-Fi en sus redes comportándose, por tanto, como tecnologías complementarias en los mercados más importantes. 3. Al mismo tiempo



se espera que el Wi-Fi ofrezca cierta competencia a la 3G, por los bajos costes de entrada asociados a la instalación de redes Wi-Fi. La amenaza de esta competencia Wi-Fi es beneficiosa en las perspectivas de futuro para la * ltima milla*, y fomentaría mayor adopción de redes Wi-Fi por parte de operadores 3G, quienes la utilizarán como una estrategia defensiva.

e) VoIP over Wireless for Mobile Multimedia Applications (VoIP sobre redes inalámbricas para aplicaciones móviles multimedia) (Olrog y col., año)

En este trabajo, Olrog y col. plantean el impacto de VoIP sobre el futuro de las comunicaciones. Definen a los protocolos H.323 y SIP como los protocolos de transporte de voz y datos más utilizados en la actualidad. Presentan un nuevo modelo de negocios para las compa n as de telefonía celular permitiendo el acceso de los usuarios a los servicios, utilizando redes diferentes a las suyas (internet). Así mismo demuestran que, con respecto a VoIP sobre redes inalámbricas, la capacidad de canal no es un problema y que la calidad de servicio alcanza los estándares de las redes celulares actuales. Concluyen que se deben utilizar redes IP directamente en los enlaces inalámbricos para permitir ofrecer los servicios multimedia a los usuarios móviles, lo que implica una simplificación significativa del sistema, reduciendo el costo de la infraestructura de la red celular.

f) Implications of Unlicensed Mobile Access (UMA) for GSM security (Implicaciones del Acceso Móvil No Licenciado para la seguridad en GSM) (Grech y Eronen, 2005)

En esta investigación, Grech y Eronen exponen que a pesar de las imperfecciones, la seguridad de las redes GSM han aprobado la prueba del tiempo. Una de las razones fundamentales para este logro se fundamenta en la utilización de plataformas cerradas para prevenir el acceso no autorizado a la red. Tomando en cuenta que UMA es una nueva tecnología que permite el acceso a las redes GSM a través del espectro no licenciadas (Wi-Fi o BLUETOOTH), lo que rompe el esquema de la plataforma cerrada, se hace necesario el estudio de los factores de seguridad que permita garantizar el funcionamiento efectivo del sistema. Establecen que los ataques de seguridad que pueden sufrir los usuarios UMA son similares a los que en la actualidad se observan en internet.

Determinan que la solución más efectiva es permitir el acceso a la red, sólo a terminales certificados por el proveedor de servicio. Esta solución es considerada por los autores como controversial, debido a las limitantes que plantea, por lo que consideran que la mejora en la seguridad debe lograrse haciendo más robusto el núcleo de la red GSM.

g) Sinergias entre Wi-Fi, 3G y WiMAX (Suitor, 2004)

Para Suitor, en cualquier tecnología siempre aparecen áreas de conflicto con las tecnologías existentes y WiMAX no es una excepción habiéndose posicionado entre la 3G y Wi-Fi en la industria inalámbrica. Por el lado Wi-Fi se entiende que WiMAX



puede ofrecer mayor ancho de banda sobre una distancia superior. Por ahora, la ventaja en cuanto a costos de Wi-Fi le permite mantener una clara posición de dominio en los servicios de datos inalámbricos. De todas maneras, una vez que los costos de WiMAX sean más competitivos, las limitaciones de Wi-Fi en el exterior de edificios ayudarán a un mayor despliegue de WiMAX.

Como resultado, WiMAX se convertirá en el medio elegido para el transporte de banda ancha para varios modelos estratégicos de infraestructura que hasta la fecha han confiado en Wi-Fi. El reto que hoy en día sufren la 3Gs y que seguirá por algún tiempo es la falta de eficiencia espectral. La oferta de servicios de voz y datos sobre redes de 3G está consumiendo la capacidad de estas redes rápidamente, limitando mercados potenciales para la 3G. WiMAX podría adquirir un rol importante a la hora de mejorar la eficiencia espectral y genera ingresos, ya que está preparada para realizar funciones de backhaul para las redes 3G.

APORTES

En esta sección se presentan las ventajas y desventajas de la implementación de la tecnología UMA recopiladas por los autores durante la investigación, así como una análisis final sobre el efecto de la implementación de UMA en las redes 2.5G.

•Ventajas:

a) Aumento en el área de cobertura: mediante la utilización de UMA, cualquier red WLAN disponible se traduce en el aumento del área de cobertura de la red celular. El paso de la red celular (espectro licenciado) a la red inalámbrica (WLAN - espectro no licenciado) y viceversa, debe ser transparente para el usuario.

b) Aumento de la velocidad de transmisión: en el momento en el que el dispositivo inalámbrico pasa al modo WLAN, está en la capacidad de transmitir a la velocidad de esta red, lo que se traduce en mayor capacidad de canal y mejores servicios de valor agregado para los usuarios.

c) Costos asociados a la implementación: el cual tiende a ser bajo, debido principalmente a que los dispositivos WLAN son económicos. Es importante resaltar que debido a la facilidad que tienen los equipos móviles UMA para utilizar cualquier red WLAN disponible, el proveedor de servicio no se encarga de crear y mantener los hot spots, lo que significa una menor erogación económica.

d) Calidad de Servicio: la funcionalidad de los protocolos RTP y SIP para la transmisión de voz sobre IP ha sido demostrada por aplicaciones de conversación en tiempo real y video llamadas, por lo que a pesar de que internet no garantiza calidad de servicio, los servicios de voz y multimedia en la tecnología UMA deben funcionar a la perfección.

e) Costos de las Llamadas: las llamadas realizadas por los usuarios utilizando las WLAN deberán ser más económicas como consecuencia de la utilización de VoIP.



• Desventajas:

a) Espectro No Licenciado: la utilización del espectro no licenciado trae como consecuencia la convivencia de varias aplicaciones inalámbricas en el mismo rango del espectro radio eléctrico, lo cual puede conducir a condiciones de ruido que disminuyan el rendimiento de las aplicaciones en este rango del espectro. Sin embargo, las aplicaciones que utilizan las bandas ISM, están diseñadas para evitar estas condiciones antes mencionadas.

b) Soporte a CDMA: gran parte de las redes 2G y 2.5G están basadas en el método de acceso al medio CDMA, por lo que UMA debe incluir como parte de su especificación a estas redes. Uno de los principales problemas de las redes CDMA es la incapacidad de garantizar un roaming global, como lo ofrece GSM; sin embargo, esto se considera un problema menor que puede ser corregido.

c) Seguridad WLAN: a medida que se extiende el uso de las WLAN's, las mismas son implementadas con esquemas de seguridad como WEP y WPA. Estos niveles de seguridad van en contra del uso de cualquier hot spot por parte de los dispositivos UMA; sin embargo, si el usuario forma parte de la WLAN a utilizar, deberá conocer la configuración de seguridad de la misma.

Considerando que el futuro de las redes tiende hacia la convergencia de las mismas, UMA se presenta como una ventana hacia el futuro, permitiendo utilizar el espectro licenciado y no licenciado de forma transparente para el usuario. Esta transparencia se traduce en un nivel mayor de complejidad para la implementación de las redes y la construcción de los equipos móviles, sin embargo, esta complejidad es mínima en relación a los beneficios asociados a la implementación de UMA.

Un aspecto a considerar, es el despliegue del estándar IEEE 802.16 (WIMAX). Tomando en cuenta las características de este estándar, es probable que a mediano plazo las redes WIMAX se transformen en las soluciones inalámbricas de acceso a banda ancha a nivel metropolitano, por lo que se tendrá que considerar la adaptación de UMA a este nuevo estándar.

El análisis de los aspectos teóricos y los antecedentes relacionados con la tecnología UMA, permiten aseverar que las tecnologías 2.5G se verán beneficiadas con la implementación de UMA, lo cual se traducirá en el aumento de la vida útil de las plataformas 2.5G. El impacto de UMA sobre las redes 2.5G se resume al primer avance tecnológico que significa una reducción de costos para el proveedor y el usuario, lo cual permite hacer la siguiente pregunta: Podrán los proveedores de servicio aceptar la idea de la reducción de costos para el usuario? Sólo el tiempo lo dir .



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comisión Nacional de Telecomunicaciones (22/02/2006). **Noticias. Se incorporan más de 4 millones de líneas móviles en el 2005.** [Anuncio] Caracas: CONATEL. Obtenido en la Red Mundial el 15 Mayo de 2006: <http://www.conatel.gov.ve/>
- Grech, S. and Eronen, P. (2005). **Implications of Unlicensed Mobile Access (UMA) for GSM security.** Security and Privacy for Emerging Areas in Communications Networks, 2005. SecureComm 2005. *First International Conference on.* Publication Date: 05-09 Sept. 2005 On page(s): 3- 12. ISBN: 0-7695-2369-2
- InCode (January, 2006). **UMA's Role within Mobile Network Evolution.** InCode: InCode White Papers. Obtenido en la Red Mundial el 15 Mayo de 2006: [http://www.incodewireless.com/media/whitepapers/2006/UMAsRole-\(Jan-2006\).pdf](http://www.incodewireless.com/media/whitepapers/2006/UMAsRole-(Jan-2006).pdf)
- International Engineering Consortium (2006). **Cellular communications. IEC: On-Line Education.** Obtenido en la Red Mundial el 15 Mayo de 2006: http://www.iec.org/online/tutorials/cell_comm/
- McKnight, L. y Lehr, W. (2003). **Wireless Internet Access: 3G vs. Wi-Fi. Telecommunications Policy,** 27, 351 – 370.
- Olrog, C., Kanter, T y Maguire Jr., G. (1999). **VoIP over wireless for mobile multimedia applications.** *Proceedings of the Personal Computing and Communication (PCC) Workshop Fall'99.* pp. 141–144
- Schulzrinne, H. and Rosenberg, J. (1999). **Internet Telephony: architecture and protocols — an IETF perspective.** *Computer Networks,* 31(3), 237–255.
- SENTINELLI, M. (2004). **A window on future wireless services, networks and terminals.** *Reporte Técnico,* Obtenido en la Red Mundial el 15 Mayo de 2006 <http://www.artist-embedded.org/PastEvents/Rome04/Monday/ETP-RomeJune04-Sentinelli-FutureWireless.pdf>
- Suitor, K. (2004). **Sinergias entre Wi-Fi, 3G y Wimax.** *TeleSemana,* 4(52), Obtenido en la Red Mundial el 15 Mayo de 2006 <http://www.telesemana.com/archivo/Download.php?c=0148611026022-478>
- Tanenbaum, A. (1997). **Redes de Computadoras.** Mexico. Prentice-Hall Hispanoamericana, 3a edition.
- Thomas, N. (October 2004). **New UMA standard converges cellular with WLAN.** *America's Network,* Obtenido en la Red Mundial el 15 Mayo de 2006



<http://www.americasnetwork.com/americasnetwork/article/articleDetail.jsp?id=128303>

Unlicensed Mobile Access Consortium (2004). **UMA user perspective (stage 1) r1.0.0**. Technical report, Alcatel, AT&T Wireless Services, Inc., BT PLC, Cingular Wireless LLC, Ericsson AB, Kineto Wireless Inc., Motorola, Inc., Nokia, Nortel Networks, Inc., O2, Rogers Wireless Inc., Siemens AG, Sony Ericsson, T-Mobile USA.